

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE NUEVE CULTIVARES DE  
BROCOLI (Brassica oleracea var. italica Plenck)  
EN MARIN, N. L. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1993-94"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE INES BAZAN MOTA

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1995

T

SB351

.B7

B3

c.1



1080060980

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE NUEVE CULTIVARES DE  
BROCOLI (Brassica oleracea var. italica Plenck)  
EN MARIN, N. L. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1993-94"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE INES BAZAN MOTA

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

11844 E

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1995

F  
SB 351  
• B 7  
B 3



040-635  
FA1  
1995  
05

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

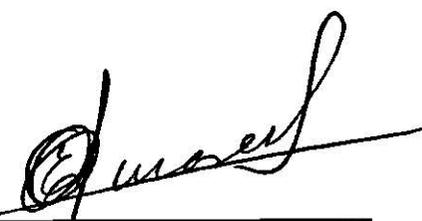
"EVALUACION DE NUEVE CULTIVARES DE  
BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck)  
EN MARIN, N.L. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1993-94"

TESIS

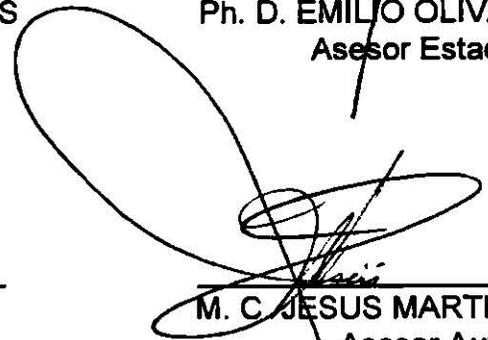
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA PRESENTA  
JOSE INES BAZAN MOTA

COMISION REVISORA

  
M. Sc. FERMIN MONTES CAVAZOS  
Asesor Principal

  
Ph. D. EMILIO OLIVARES SAENZ  
Asesor Estadístico

  
M. C. MAURILIO MARTINEZ R.  
Asesor Auxiliar

  
M. C. JESUS MARTINEZ DE LA C.  
Asesor Auxiliar

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:  
QUE SU ESFUERZO Y SACRIFICIOS  
SE VEAN RECOMPENSADOS

A TU MEMORIA-PRESCENCIA, CECILIA

BIBLIOTECA Atonomía U.A.N.L.

"... A TODOS LOS QUE LUCHAN POR  
CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR AUN  
A COSTA DE SU DOLOR PERSONAL..."  
A.M.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**M. Sc. FERMIN MONTES CAVAZOS**

**Ph. D. EMILIO OLIVARES SAENZ**

**M. C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ**

**M. C. JESUS MARTINEZ DE LA CERDA :**

**por su valiosa orientación, no solo en este trabajo,  
sino a lo largo de toda mi carrera**

**A LOS TRABAJADORES DEL PROGRAMA  
DE PRODUCCION DE SEMILLAS DE HORTALIZAS**

**A TODOS LOS MAESTROS Y PERSONAL NO DOCENTE DE LA F.A.U.A.N.L.**

**A TODOS MIS COMPAÑEROS.**

## INDICE

	Página
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	2
ORIGEN Y TAXONOMIA .....	2
DESCRIPCION BOTANICA .....	2
ADAPTACION AL CLIMA .....	3
EPOCA DE PRODUCCION .....	4
TEMPERATURA .....	4
Temperatura de germinación .....	4
Temperatura para desarrollo del cultivo .....	4
Inducción de formación prematura de pellas .....	6
HUMEDAD .....	6
Prácticas de riego .....	7
VIENTO .....	8
SUELO .....	8
NUTRICION .....	9
Requerimientos nutricionales .....	9
Nitrógeno .....	10
Fósforo .....	11
Potasio .....	11
Prácticas de fertilización .....	11
ESTABLECIMIENTO .....	13
Siembra directa .....	13
Siembra de precisión .....	14
Siembra líquida .....	15
Siembra indirecta .....	16
Comparaciones de sistemas de siembra .....	19
ARREGLO TOPOLOGICO .....	20
SISTEMAS CULTURALES .....	20
MANEJO SANITARIO .....	21
Manejo de plagas .....	21
Manejo de enfermedades .....	24
Manejo de desordenes fisiológicos .....	25
Manejo de malezas .....	25
COSECHA .....	27
MANEJO POSTCOSECHA .....	28
OTROS TRABAJOS SIMILARES .....	29
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	31
UBICACION DEL EXPERIMENTO .....	31
CONDICIONES ECOLOGICAS .....	31
MATERIALES .....	33
CONDUCCION DEL EXPERIMENTO EN CAMPO .....	35

	Página
Siembra y trasplante .....	35
Riegos .....	35
Fertilización .....	36
Manejo de plagas .....	36
Manejo de malezas .....	37
<b>VARIABLES ESTUDIADAS .....</b>	<b>37</b>
Establecimiento y sobrevivencia de plantas .....	39
Altura de planta .....	39
Número de hojas .....	39
Formación y desarrollo de pellas .....	40
Rendimiento y calidad de pellas .....	40
Contenido de fibra .....	41
<b>HERRAMIENTAS ESTADISTICAS .....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>42</b>
<b>FACTORES DE PRODUCCION Y SU POSIBLE EFECTO SOBRE LOS</b>	
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>FORMACION Y DESARROLLO DE PELLAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ALTURA DE PLANTA Y NUMERO DE HOJAS .....</b>	<b>45</b>
<b>CONTENIDO DE FIBRA .....</b>	<b>45</b>
<b>RENDIMIENTO Y CALIDAD DE PELLAS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANALISIS DE LOS CULTIVARES .....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>66</b>

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadros</b>		<b>Página</b>
Cuadro 1.-	Un ejemplo del efecto de las temperaturas sobre el comportamiento de cinco cultivares de brócoli .....	5
Cuadro 2.-	Porcentaje de abatimiento al que debe darse un riego al brócoli en función de la evapotranspiración diaria del cultivo, y factor por el que debe multiplicarse la evaporación desde un tanque A obtener la evapotranspiración diaria en las distintas fases del cultivo del brócoli .....	7
Cuadro 3.-	Extracción de nutrientes por el brócoli-rábano .....	10
Cuadro 4.-	Extracción de macroelementos por pellas comerciales de brócoli de acuerdo con distintos autores .....	10
Cuadro 5.-	Concentración de datos y observaciones de trabajos similares a este, realizados anteriormente en la región central del estado de Nuevo León .....	30
Cuadro 6.-	Condiciones meteorológicas presentadas durante el experimento	32
Cuadro 7.-	Propiedades físicas y químicas del estrato correspondiente a los 0 a 30 cm de suelo del terreno en donde se desarrolló el experimento .....	32
Cuadro 8.-	Principales características de los cultivares evaluados durante el presente experimento .....	33
Cuadro 9.-	Análisis químico del agua de riego utilizada durante el experimento .....	35
Cuadro 10.-	Actividades realizadas en cultivo durante el presente experimento .....	38
Cuadro 11.-	Modelo estadístico planeado originalmente .....	41
Cuadro 12.-	Modelo estadístico correspondiente al Análisis de Covarianza, el cual finalmente fue empleado en este trabajo .....	41
Cuadro 13.-	Días a formación de pellas y días requeridos para que estas llegaran a cosecha, en los distintos cultivares evaluados en este experimento .....	45

	Página
Cuadro 14.- Altura de la planta y número de hojas de los distintos cultivares en tres muestreos realizados en distintas fechas .....	46
Cuadro 15.- Contenido de fibra de los cultivares evaluados en el presente experimento .....	46
Cuadro 16.- Tabla del Análisis de Covarianza para el rendimiento total de los cultivares .....	47
Cuadro 17.- Comparación de medias para la variable rendimiento .....	47
Cuadro 18.- Rendimientos totales medios y ajustados (ton·ha <sup>-1</sup> ) de los cultivares evaluados en este experimento .....	47
Cuadro 19.- Rendimientos por corte y porcentaje respecto al total, en cada cultivar .....	48
Cuadro 20.- Porcentaje de pellas cosechadas por corte, en cada cultivar .....	50
Cuadro 21.- Peso promedio de las pellas de cada cultivar en los distintos cortes .....	50

### Figuras

	Página
Figura 1.- Acumulación de N, P y K por plantas de brócoli .....	9
Figura 2.- Croquis del experimento .....	34
Figura 3.- Temperaturas medias diarias presentadas durante el experimento, y temperaturas óptimas para el desarrollo del brócoli en sus diversas etapas .....	43
Figura 4.- Rendimiento, por períodos de corte, de los cultivares evaluados durante el presente experimento .....	49
Figura 5.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Galleon .....	51
Figura 6.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Galleon .....	51

	Página
Figura 7.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Packman .....	52
Figura 8.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Packman .....	52
Figura 9.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Pirate .....	53
Figura 10.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Pirate .....	53
Figura 11.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Greenbelt .....	54
Figura 12.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Greenbelt .....	54
Figura 13.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados corte para el cultivar Chancellor .....	55
Figura 14.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Chancellor .....	55
Figura 15.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar F1 Green Knight .....	56
Figura 16.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar F1 Green Knight .....	56
Figura 17.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Lancelot .....	57
Figura 18.- Peso y diámetro promedio en cada corte, de las pellas del cultivar Lancelot durante el presente experimento .....	57
Figura 19.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Buccaneer .....	58
Figura 20.- Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Buccaneer .....	58
Figura 21.- Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados corte para el cultivar Mariner .....	59

	Página
Figura 22.- Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Mariner .....	59
Figura 23.- Comportamiento de producción de 'Packman'. Un ejemplo del patrón de los cultivares precoces durante el presente experimento .....	61
Figura 24.- Comportamiento de producción de 'Pirate'. Un ejemplo del patrón de los cultivares tardíos durante el presente experimento .....	61

## **INTRODUCCION**

A raíz de las fuertes heladas que afectaron la citricultura del estado de Nuevo León en los años de 1983 y 1989, muchos agricultores de esa zona se vieron obligados a buscar cultivos alternativos. Uno de esos cultivos fue el brócoli el cual se vió incentivado por el establecimiento de empresas empacadoras del producto congelado. Al cerrar dichas plantas, la superficie establecida con brócoli en el centro del estado disminuyó dramáticamente.

Pese a que ya no existen en la región central de Nuevo León procesadoras de este producto, el brócoli podría pronto convertirse de nuevo en una opción viable para la agricultura del estado pues la demanda de producto fresco se ha incrementado.

Por lo anterior es necesario generar la tecnología que permita al productor obtener los rendimientos que le redituen el máximo beneficio económico. Un factor de primordial importancia es la selección del cultivar a utilizar. El objetivo del presente trabajo es evaluar el rendimiento de 9 cultivares de brócoli para determinar si alguno o algunos de estos tienen potencial para ser utilizados comercialmente por agricultores del centro del estado de Nuevo León.

## REVISION DE LITERATURA

### ORIGEN Y TAXONOMIA.

El brócoli fue el primer cultivo que evolucionó a partir de la col silvestre (62). Debió haberse originado en el área de Levante, Chipre y Creta de donde pasó a Italia (29, 75). A principios del siglo XX fue introducido en los Estados Unidos donde se desarrolló a la forma como actualmente lo conocemos (29).

El brócoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) pertenece a la familia brassicaceae, produce una inflorescencia que en su madurez comercial es ontogénicamente más avanzada que la de la coliflor (29).

### DESCRIPCION BOTANICA.

Es una planta anual por lo que Valadez (82) hace mención de que no requiere de vernalización para florear, sin embargo Yamaguchi (89) reconoce cultivares tardíos que necesitan de 4 a 8 semanas con temperaturas de 4.5° a 10°C para la inducción de la pella. Los cultivares que no tienen requerimientos de vernalización son tempranos e intermedios, en estos las bajas temperaturas aceleran la formación de la pella, aunque con temperaturas más altas de todos modos se forma la inflorescencia como lo han demostrado Fontes *et al.* y Miller (56).

Presenta una raíz pivotante que puede profundizar hasta 1.20 m de la que parte un sistema profuso, abundante (82) y superficial (48). En suelos profundos, homogéneos y bien drenados, y en la fase de maduración, la profundidad radicular efectiva de una planta de brócoli es de 30 a 60 cm (71).

El tallo es erecto, sólido, carnoso; de las axilas de las hojas surgen brotes laterales que pueden alcanzar la altura del tallo principal (24). El ápice del tallo principal remata en una masa globulosa de yemas (48) formada por botones florales completamente diferenciados, de los cuales relativamente pocos abortan antes de la floración; esta característica diferencia al brócoli de la coliflor (29).

Las hojas se disponen en forma alterna, son simples, grandes, bien desarrolladas y suculentas (24), de color verde oscuro, con márgenes rizados; el limbo es hendido y en la base de la hoja, a ambos lados de la nervadura central, puede dejar pequeños fragmentos a modo de folíolos (48).

#### ADAPTACION AL CLIMA.

El brócoli es un cultivo de clima templado a fresco (15), pero que tolera amplias fluctuaciones de temperatura (33). Esta especie tiene una distribución mundial y se le cultiva en regiones templadas, subtropicales y tropicales (65). Las inflorescencias de mejor calidad son las que maduran en días cortos con temperaturas moderadamente bajas (81).

En climas cálidos el período de cosecha se acorta y el rendimiento y calidad son menores (81), aunque bajo ciertas condiciones puede prosperar (15). Así dentro de los trópicos puede producirse en partes altas, o como cultivo de invierno, requiriendo en latitudes ecuatoriales de una elevación mínima de 1000 msnm para obtener rendimientos que hagan redituable el cultivo (86). Sin embargo se han desarrollado genotipos que se adaptan a condiciones mas bien cálidas como son las imperantes en el ciclo verano-otoño en la región central de Nuevo León (3).

## EPOCA DE PRODUCCION.

En áreas con estación de crecimiento corta se le siembra en primavera para cosechar en verano o principios de otoño; en regiones con invierno no muy severo se siembra en verano u otoño y se cosecha en otoño-invierno (81). En el Bajío se cultiva en otoño-invierno obteniéndose cosechas uniformes, y en primavera-verano con cosechas precoces y heterogéneas debido a las altas temperaturas (82). En el área de Galeana, N.L. se realizan siembras escalonadas desde fines de marzo y hasta septiembre (22). Observando los resultados de experimentos tanto sobre fechas de siembra como de adaptación de cultivares, para el centro del estado de Nuevo León, se han encontrado más favorables las siembras de agosto y septiembre que las más tardías (4, 16, 25, 40, 70).

## TEMPERATURA.

### Temperatura de germinación.

La temperatura óptima del suelo para germinación esta entre 26° y 30°C (15, 76); a 28°C puede llegar a emerger a los 3 días (82). Elson citado por Sterret *et al.* (79) señala que a partir de los 30°C el porcentaje de germinación se reduce significativamente, aproximándose a 0 al llegar a 36°C; estos últimos investigadores encontraron un 55% de germinación cuando la temperatura máxima promedio de los 5 días posteriores a la siembra fue de 25°C y de 42% con 30°C. En cuanto a temperaturas bajas a 5°C la plántula puede emerger a los 8 días (82), la mínima para germinación es de 4.4°C (76).

### Temperatura para desarrollo del cultivo.

El rango óptimo para el desarrollo del cultivo vá de 15 a 18°C (15), Valadez (82) lo amplia a 25°C, siendo las mejores condiciones de 21°-27°C durante el día y 4°-10°C por

la noche (33), el promedio de las medias mensuales debe ser de 16°C o ligeramente menor (89); la media máxima mensual es de 23° y la mínima de 4°C (15).

Se ha observado que temperaturas altas al inicio del ciclo promueven un mayor crecimiento vegetativo lo que se traduce en rendimientos más altos (Cuadro 1 y explicación correspondiente). Miller (56) encontró que bajas temperaturas durante los primeros 50 días o más a partir de la siembra no tienen la capacidad de estimular la precocidad pues el desarrollo vegetativo es muy lento, además reporta que conforme mas tiempo la planta esté expuesta a una temperatura de 2°C durante la noche y de 2 a 14°C durante el día, menor es el número de nudos de aquella al momento de la floración.

**Cuadro 1. Un ejemplo del efecto de las temperaturas sobre el comportamiento de cinco cultivares de brócoli. Adaptado a partir de datos consultados en Cedillo (16) y Elizondo (25).**

	Cedillo, 1987			Elizondo, 1987		
Fecha de siembra	1 Ago '86			14 Oct '86		
Fecha de trasplante	24 Sep '86			24 Nov '86		
Periodo de cosecha	14 Nov '86 / 7 Ene '87			30 Ene '86 / 3 Mar '87		
TEMPERATURAS	min. ext. ext.	media	max..	min. ext. ext.	media	max.
MES 1	20 *	31 *	41 *	10	22	38
MES 2	20 *	28 *	37 *	1	15	32
MES 3	10 *	22 *	38 *	0	13	28
MES 4	1	15	32	-3	12	32
MES 5	0	13	28	1	15	32
MES 6	-3	12	32	2	16	31
COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES	altura de planta (cm)	peso de pella (g)	rdto. (ton-ha <sup>-1</sup> )	altura de planta (cm)	peso de pella (g)	rdto. (ton-ha <sup>-1</sup> )
'Emperador'	32.50 +	230 ++	6.1 ++	22.25	80	2.2
'Packman'	41.75 +	130 ++	3.0 ++	23.50	40	1.2
'Waltham 29'	30.00 +	185 ++	4.7 ++	26.25	53	1.5
'Green Valiant'	30.25 +	295 ++	7.8 ++	20.75	93	2.6
'Premium Crop'	27.25 +	188 ++	5.0 ++	23.00	65	1.9

En la primer fecha de siembra las temperaturas durante la primera mitad del ciclo son más altas (\*) favoreciendo un mayor desarrollo vegetativo (+) que luego se traduce en pellas más grandes y rendimientos mas altos (++).

El desarrollo se puede detener abajo de 0° y por encima de los 30°C, alrededor de los -4°C se encuentra el límite en el cual la planta no sufre daños significativos por frío (33), siempre y cuando no haya formado aún la inflorescencia (82).

#### Inducción de formación prematura de pellas.

El fenómeno más estudiado de la temperatura en el brócoli es el efecto de aquella sobre la floración. Casseres (15) menciona que temperaturas inferiores a la variación óptima durante las primeras etapas de crecimiento inducen la formación prematura de cabezas, Fontes *et al.* citados por Miller (56) proporcionan cifras: la formación de la pella es más temprana en plantas creciendo a 4.4 que a 21°C. Miller (56) encontró que con temperaturas diarias promedio de 8°C (14° máxima / 2° mínima) la floración temprana se induce en plantas de 14 días o más. En plantas de esta edad el tiempo a floración se reduce en 5 a 16 días cuando se someten al anterior régimen por 14 a 28 días. Se reporta también que plantas estimuladas por 38 a 45 días a partir de la siembra adelantan la floración 6 a 7 días.

#### HUMEDAD.

Debido a su gran desarrollo foliar el brócoli es un cultivo que exige grandes cantidades de agua (16). Rubino *et al* (68) encontraron que el requerimiento total de agua durante el ciclo de crecimiento es de 32 a 43 cm; justo después del trasplante la evapotranspiración diaria promedio es de 2.8 mm, cuando el cultivo se cierra llega a 5.24 mm, y hacia el final del ciclo productivo es de 2.11 mm. Este cultivo no soporta déficits muy severos de agua (71) siendo especialmente crítico el contenido de humedad en los primeros 60 cm del suelo (33), particularmente durante los primeros 30 a 45 días del ciclo (82).

El brócoli soporta bastante bien aguas con alto contenido de sales, con una conductividad eléctrica en el agua (CE) de  $1.2 \text{ mmhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ , no se afecta el rendimiento. Con valores de CE de 1.9, 2.9 y 4.6 las reducciones en la producción serán de 10%, 25% y 50%, respectivamente (71).

#### Prácticas de riego.

Debido a la necesidad de temperaturas relativamente bajas y a su gran desarrollo foliar el riego por aspersion es bastante favorable para esta especie ya que cumple con la función de suministrar agua, además de refrescar el aire circundante (16).

El momento adecuado para regar puede ser determinado conociendo la evapotranspiración que se tenga en el área de producción. En el Cuadro 2 se muestra la relación entre la evapotranspiración diaria y el porcentaje de abatimiento permisible antes de proporcionar un riego.

**Cuadro 2. Porcentaje de abatimiento al que debe darse un riego al brócoli en función de la evapotranspiración diaria del cultivo. Reproducido de Santa Olalla y de Juan (71).**

ETdiaria (mm)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consumo (%)	68	58	48	40	35	33	28	25	23

**Factor por el que debe multiplicarse la evaporación diaria (tanque A) para obtener la evapotranspiración diaria en las distintas fases del cultivo del brócoli. Tomado de Rubino *et al.* (68).**

Etapa del cultivo	establecimiento	cierre del cultivo	final del ciclo
Factor de corrección	0.37	0.63 - 0.88	0.80

Tan importante como mantener al cultivo fuera del déficit de humedad es evitar los excesos de agua. Letey *et al.* (42) encontraron rendimientos y pesos por pella más altos cuando se suministra al cultivo el agua suficiente para reponer las pérdidas por evapotranspiración que cuando se aplica un 30% más de esta, así mismo el fertilizante se aprovecha mejor. En otro trabajo pudo confirmarse lo anterior, encontrándose que cuando se aplica el 50% o el 150% del agua necesaria, se obtiene un rendimiento y

aprovechamiento de fertilizante menores que cuando se reemplaza el agua consumida (10).

Hartz y Longbrake (33) reportan para el área de Texas requerimientos de riego que van de los 38 a los 76 cm. En México a nivel comercial se dan de 8 a 12 riegos con un intervalo de 15 días entre ellos (82). Justo antes y durante la formación de la cabeza deberá mantenerse un alto nivel de humedad en el suelo (33).

#### VIENTO.

Las plantas jóvenes son especialmente sensibles a la abrasión provocada por partículas de suelo arrastradas por el viento. Esta abrasión puede afectar el crecimiento de las partes expuestas o incluso destruir a la planta completa. Es más severa en suelos arenosos que en los limosos (62). El daño que el viento causa en plántulas de brócoli es del tipo "tallo de alambre", esto es una constricción del tallo, en ocasiones al nivel del suelo, que provoca que la planta se vuelque, y que puede ser confundido con el daño de *Rhizoctonia* (36). El periodo de mayor susceptibilidad es de los 5 a los 14 días después de la siembra o el trasplante (57). Durante el crecimiento de las cabezas son dañinos los vientos fuertes acompañados por escasa humedad.

La erosión causada por fuertes vientos puede incluso llegar a desenterrar las plántulas en suelos orgánicos y secos (62).

#### SUELO.

Se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo (82), de preferencia que sea fértil, profundo y bien drenado (81). Clough *et al.* (18) obtuvieron rendimientos más altos en suelos franco arenosos que en suelos arenosos.

El brócoli es un cultivo que soporta bien la salinidad: cuando el extracto de saturación del suelo tiene una conductividad eléctrica (CE) de  $2.8 \text{ mmho}\cdot\text{cm}^{-1}$  o menos, el cultivo puede expresar todo su potencial. Con CE de 3.9, 5.5, 8.2 y 14 se tienen reducciones de rendimiento del orden de 10%, 25%, 50%, y 100%, respectivamente (62, 80).

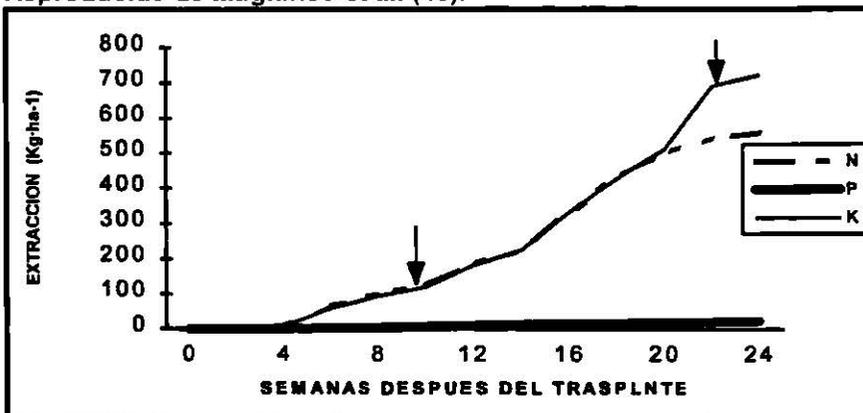
Crece bien con pHs de 5.5 a 6.8, y hasta 7.6 si no hay deficiencia de algún elemento esencial (16). En suelos ácidos (pH alrededor de 5.3) puede prosperar si se hace un encalado adecuadamente (19).

## NUTRICION.

### Requerimientos nutricionales.

El patrón de extracción de nutrientes por parte del brócoli es muy similar al de acumulación de materia seca y ganancia de peso fresco. En la Figura 1 se muestra la acumulación de elementos mayores a lo largo de un ciclo, de

Figura 1. Acumulación de N, P y K por plantas de brócoli. Reproducido de Magnifico *et al.* (46).



NOTA: las flechas indican el momento de formación y el momento de cosecha de las pellas.

acuerdo a Magnifico *et al.* (46). En ella se observa una mínima extracción de P, no pudiéndose apreciar ni la gran demanda de inicios de ciclo, ni la de proximidad de cosecha que la literatura señala. Queda claro, eso sí, la gran acumulación de N y K sobre todo a partir de la segunda mitad del ciclo, esto es en la etapa de crecimiento de la inflorescencia.

En el Cuadro 3 se presenta la extracción de macro y microelementos por parte del brócoli-rábano (un tipo especial de brócoli) que en 1990 reportaran Magnifico *et al.* (47).

**Cuadro 3. Extracción de nutrientes por el brócoli-rábano. Información tomada de Magnifico *et al.* (47)**

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Na	Mg	S	Al	Fe	Mn	Zn	Sr	B	Cu	Mo	Ni	Cd
460	140	692	330	75	42	77	20	12	1	479	443	411	72	26	23	20

\* Kg·ha<sup>-1</sup>

+ g·ha<sup>-1</sup>

NOTA: El rendimiento biológico final fue: 136 ton MV ·ha<sup>-1</sup> = 14 ton MS ·ha<sup>-1</sup>

El rendimiento comercial final fue: 14 ton (pellas principales) ·ha<sup>-1</sup>

Aunque se puede ver claramente que el brócoli acumula cantidades substanciales de nutrientes a lo largo del ciclo, la mayor parte de estos permanecen en el campo pues las pellas apenas contienen un 10% del nitrógeno, 17% del fósforo y 20% del potasio total asimilado, el resto del contenido queda disponible para los siguientes ciclos agrícolas (46).

El Cuadro 4 muestra el contenido de macronutrientes en las pellas comerciales, obtenidos en diferentes investigaciones.

**Cuadro 4. Extracción de macroelementos por pellas comerciales de brócoli de acuerdo con distintos autores.**

Rendimiento ton·ha <sup>-1</sup>	N (Kg·ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg·ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (Kg·ha <sup>-1</sup> )	FUENTE
22.4	67.2	22.4	56.0	(82)
20.0	90.0	34.0	84.0	(48)
—	57.0	4.0	147.0	(46)
13.0	—	—	125.0	(45)

**Nitrógeno.**

El nitrógeno es especialmente importante en la transición hacia la etapa reproductiva y cerca de la madurez de la pella pues en esta fase hay un incremento en la tasa de crecimiento (62). Lo anterior es confirmado por el trabajo de Berdegue (8) que encontró que de acuerdo a una curva de contenido foliar del elemento, los períodos de máxima asimilación son el final de la etapa vegetativa y durante el desarrollo del florete. La deficiencia de este nutriente disminuye la calidad del brócoli ya que las inflorescencias

no solo son más pequeñas sino que se incrementa su contenido de materia seca disminuyendo la succulencia (43).

Un incremento en la dosis de N permite amortiguar la disminución en el tamaño de las pellas cuando se emplean densidades de población altas (21); sin embargo debe cuidarse que no sea excesiva pues el crecimiento de la pella sería demasiado rápido (10) favoreciendo con esto la presencia de olores y sabores desagradables (43), y la incidencia de "ahuecado del tallo" (10, 21).

#### Fósforo.

Al inicio del ciclo de crecimiento el brócoli requiere de altas cantidades de fósforo, de aquí la importancia de su aplicación al momento de la siembra o trasplante ("starter"). Sin embargo la mayor acumulación sucede en las últimas dos semanas antes de la cosecha pues la planta aún está creciendo activamente (44).

#### Potasio.

Al igual que el N y el P, el potasio es asimilado principalmente hacia el final del ciclo, como claramente se pudo observar en la Figura 1.

#### Prácticas de fertilización.

En suelos alcalinos y calcáreos como son los de nuestra zona se recomienda en presiembra o durante la siembra la aplicación en banda de un fertilizante o mezcla con bajo contenido de N y alto en P justo por debajo de la hilera de semillas (33). Lorenz y Vittum (44) consideran más conveniente hacerlo 5-8 cm al lado y 3-5 cm debajo del nivel de la semilla, debiendo tenerse cuidado con la cantidad de N y K empleada pues niveles

altos de estos elementos pueden dañar a las plántulas; si el "starter" contiene solo P entonces la banda fertilizante puede aplicarse 5 cm directamente abajo de la semilla.

En el sur de Estados Unidos cuando se trabaja en camas de 1 m a doble hilera el fertilizante generalmente se aplica antes de la siembra en dos bandas separadas 36 cm. Bracy *et al.* (14) reportan que dos brassicaceas, repollo y mostaza, se comportan igual cuando se usa el sistema de fertilización tradicional y el de aplicación en una sola banda; este último método ofrece la ventaja de que hay menos riesgos de obstrucción de los conductos de aplicación de fertilizante y de semilla, además de reducir los requerimientos de equipo.

Se requieren otras dos aplicaciones de N en banda: si el brócoli se estableció en siembra directa una se hará al momento del aclareo (33), la segunda debe ser antes de que aparezca la pella (77). En la zona centro de Nuevo León, en parcelas experimentales, generalmente esta fertilización se realiza al aparecer las primeras yemas florales o cuando hay un 50% de pellas formadas.

Las aplicaciones de N en banda anteriormente comentadas son bastante efectivas porque colocan el fertilizante cerca de la zona radicular. Sin embargo cuando se dispone de un sistema de riego en que las pérdidas por escurrimiento no sean significativas se ha encontrado que es mejor inyectar el fertilizante en el sistema (42).

Las dosis de fertilización recomendadas varían mucho: en California se reportan aplicaciones de 200 a 280 unidades de N por hectárea (10); las procesadoras en el Bajío emplean las dosis 400/500-138-000 (82); para el sur de Texas, TAES recomienda 170 a 225 unidades de N, 70 a 110 de P, y 200 a 225 de K (33).

Para el centro de Nuevo León en los distintos experimentos de brócoli se han estado utilizando de 100 a 160 unidades de N, 0 a 120 de P, y 0 a 50 de K. Arce (4) reporta rendimientos superiores por más de una tonelada cuando se emplean 400 a 600 unidades de N, respecto a los obtenidos con 50 a 100 unidades, aunque sin diferencia estadística. En una investigación conducida por Martínez (49) se encontró como mejor dosis 360-160-00, aunque con rendimientos más bajos que los obtenidos comercialmente.

Demchak y Smith (19) encontraron que en suelos ácidos (pH = 5.3) el encalado puede sustituir a la fertilización para mantener rendimientos altos, e incluso en algunos casos incrementarlos.

## ESTABLECIMIENTO.

El brócoli como muchas otras hortalizas puede establecerse sembrando la semilla directamente en el campo o bien en almácigos o charolas para obtener plántulas que luego se pasarán al terreno definitivo (62, 70, 82).

### Siembra directa.

Muchos productores acostumbran sembrar una semilla cada 8 a 10 cm, y a las dos o tres semanas aclarar dejando una planta cada 30 cm (9). Este tipo de siembra implica varios problemas, uno de ellos es que en un suelo frío y húmedo la velocidad de germinación y crecimiento se reduce quedando la plántula expuesta al ataque de damping-off (62), si la temperatura desciende a menos de 13°C hay poca o ninguna actividad de los patógenos, pero conforme aumenta y no llegue al óptimo para la plántula, la actividad del hongo se vá haciendo mayor que la de aquella (32).

Más común es el caso en que la temperatura es demasiado alta, dificultando así el establecimiento de este cultivo (63), además puede causar el amarillamiento de los cotiledones, un desorden que retrasa la maduración y reduce los rendimientos (52). Esta dificultad sin embargo, puede ser solventada mediante riegos por aspersion que disminuyan tanto la temperatura del suelo como la del ambiente circundante a la planta (63).

Otro inconveniente que puede presentarse en siembras directas es que el suelo tiende a encostrarse lo que dificulta tanto la emergencia como el posterior crecimiento de la plántula. Una solución viable a este problema es el uso de ácido fosfórico, vermiculita u otros productos comerciales que aplicados sobre la línea de semillas ayuden a mantener unidos los agregados de la cama de siembra (57, 62).

Puede hacerse una siembra cargada y después aclarar, sin embargo la gran demanda de trabajo que esto implica (9) a menos que sea posible un aclareo mecánico (62), y el costo de la semilla de algunos cultivares (9, 57) no lo hacen recomendable. La siembra mateada con varias semillas por punto tampoco es adecuada, pues la primera plántula en emerger no ejerce dominancia sobre las restantes por lo que dentro de la mata se genera una gran competencia que termina por reducir la calidad de la cosecha (62, 84).

#### Siembra de precisión.

Hasta ahora la opción más viable para el establecimiento de la semilla directamente en el campo es la siembra de precisión, que puede realizarse con sembradoras como la Stanhay (62) la cual consume de 2 a 2.5 libras de semilla de brócoli por hectárea (62, 82); esta máquina posee una banda de caucho con pequeños orificios,

la semilla cae por gravedad conforme cada orificio, llevando cada uno una semilla, pasa por la abertura de salida (60).

Existen también sembradoras de vacío que emplean platos de acero colocados en forma vertical y con orificios (60) a los que se puede equipar además con un individualizador que funciona a base de aire (72).

Parish *et al* compararon sembradoras de banda contra sembradoras de vacío, encontrando que para semillas esféricas como la del brócoli ambos sistemas funcionan igual en campo (60).

#### Siembra líquida.

Se han estudiado varias alternativas a la siembra directa como es la siembra líquida, que consiste en depositar en el suelo semillas pregerminadas suspendidas en un gel (30). Este sistema permite una emergencia mas rápida y uniforme de las plántulas (64). La siembra líquida implica el tratamiento de la semilla para que esta germine, la separación y selección de semillas con un tamaño de radícula adecuado, su almacenamiento, y la suspensión en el gel, posteriormente se realiza la siembra (30).

En especies del género *Brassica*, Gray (30) reporta problemas en el manejo de la semilla una vez germinada, lo que repercute en una tasa de emergencia mas baja respecto a la obtenida con siembras de semilla seca. Sin embargo trabajos de Finch-Savage citados por Pill (64) explican que con 11 a 16% de humedad en el almacén la semilla de estas especies puede permanecer viable por largo tiempo.

La siembra de semillas secas (sin pregerminar) sobre una línea de gel en el surco, ha resultado exitosa en algunas brassicaceas, particularmente kale y collards. Dicho sistema permite un mejor contacto de la semilla con el suelo y por tanto una más rápida hidratación, además de reducir el encostramiento (64). Esta pudiera ser una alternativa en cultivos en los que, como en el brócoli, la siembra líquida no parece ser tan viable.

#### Siembra indirecta.

La siembra indirecta consiste en la obtención de plántulas a partir de semilla en espacios o estructuras dedicadas a este fin, y su posterior trasplante al terreno definitivo. Con este sistema se asegura un distanciamiento y establecimiento uniformes, así como un incremento en los rendimientos tanto tempranos como totales (62), además de permitir un ahorro de semilla, agua, deshierbes y agroquímicos (82). Es importante que las plantas crezcan bien iluminadas, si es posible a pleno sol pero con temperaturas moderadas (62), con luz adicional se obtienen mejores plántulas, aunque no hay ningún efecto sobre el rendimiento (51). Se debe utilizar agua a una temperatura lo más cercano posible a la del ambiente (81) y evitar los excesos de humedad y nitrógeno pues estos dan origen a plantas muy suaves y frágiles (15), aunque Masson *et al.* (50, 51) señalan que dosis altas de nitrógeno incrementan la calidad de las plántulas y el rendimiento final en campo.

La siembra indirecta puede hacerse en un almácigo o en charolas con cavidades para una plántula.

La siembra en almácigos. Los almácigos tradicionales se realizan en canteros o cajetes usando como medio mezclas de tierra, arena y estiércol en distintas proporciones, generalmente 1:1:1. La semilla debe colocarse a una profundidad de 1 a 1.5 cm (77). Las

recomendaciones de densidad de siembra son variables, Valadez (82) habla de que en 60 m<sup>2</sup> se obtienen las 65,000 plantas requeridas para una hectárea, con 200 a 300 g de semilla; si hay demasiadas plantas se deben realizar aclareos para evitar el ahilamiento (48). Al igual que en la siembra directa en caso de que las temperaturas sean altas es importante mantener el suelo fresco con riegos frecuentes (77).

En la F.A.U.A.N.L. el brócoli y el resto de las brassicáceas se se han estado sembrando a chorrillo en surcos normales en campo abierto y de aquí se extraen las plántula para pasarse al campo a las distancias recomendadas.

La siembra en charolas. Las estructuras para producción de plántula de brócoli son principalmente las charolas de poliestireno ("speedling trays") (62, 82), de las cuales las de más uso son las de 300 a 360 cavidades (31), aunque Peirce reporta que el tamaño de la celda no tiene efecto sobre el cultivo (62). Sin embargo si hay un efecto sobre los costos de producción, resultando, obviamente, más barata la plántula obtenida en una charola con mayor número de celdas.

Por cavidad deben colocarse dos semillas, utilizando un medio sin suelo, hecho a base de peat, vermiculita u otros componentes estériles. Un cuidadoso manejo de luz, agua, ventilación y nutrientes es primordial; se debe permitir la circulación de corrientes por debajo de las charolas para que el aire realice una adecuada poda de las raíces que salgan por el orificio de drenaje (62). Si se tiene la posibilidad de controlar la temperatura, Casseres (15) recomienda que se someta a las plántulas a un régimen de 12°-15°C por la noche y 14°-18°C durante el día.

De acuerdo con Arredondo (5) plantas de brócoli producidas en charolas bajo sombreadero presentan precocidad y rendimientos similares a plantas producidas en almácigo y trasplantadas a raíz desnuda.

Endurecimiento. Las plántulas deben ser "endurecidas" para que soporten mejor el estrés generado por el trasplante; este proceso confiere consistencia (15). Una planta de brócoli "endurecida" puede ser identificada al observarse las hojas con una superficie cerosa bien desarrollada y de un color más oscuro (62).

El "endurecimiento" tradicionalmente consiste en someter a la planta por un período de 7 a 10 días a un estrés hídrico y nutricional (15, 62). Las condiciones deben ser, además, de alta luminosidad y temperaturas óptimas durante el día, con temperaturas bajas por la noche, lo que resulta en una intensa actividad fotosintética, y tasas de respiración y división celular bajas que permiten mayor acumulación de fotosintatos (24).

De acuerdo con Mckee y con Rubatzki, ambos citados por Latimer (41), el estrés hídrico puede reducir la tasa fotosintética y producir inhibidores endógenos, por ello este autor propone el uso de golpeteos con láminas de cartón ("brushing"). Dos veces al día durante un minuto a 40 golpes por minuto, tuvieron el mismo efecto que el estrés hídrico.

Condiciones de la plántula para el trasplante. Para pasar una planta al campo más que el tamaño importa que esta tenga ya de 3 a 5 hojas verdaderas (81), para esto deben pasar de 4 a 5 semanas (81, 82) y hasta 8 (15, 62) dependiendo de las condiciones. Plantas de mayor edad tienen más dificultad para reponerse del trasplante (24), Lamont

(39) reportó pellas más pequeñas con plántulas trasplantadas a los 191 días respecto a plantas de 43 días de edad.

Proceso de trasplante. El brócoli soporta bastante bien el trasplante a raíz desnuda debido que las plantas desarrollan nuevas raíces rápidamente y suberizan tardíamente; además conforme se acumulan fotosintatos durante el "endurecimiento", se van formando también coloides hidrófilos que permiten a los tejidos retener suficiente humedad para soportar luminosidad intensa y vientos secos (24).

Las condiciones óptimas para el trasplante son días nublados, con viento en calma, y alta humedad relativa. Es importante que el suelo este húmedo pues así se evitan bolsas de aire, y las raíces tienen agua disponible rápidamente (24).

El brócoli recién trasplantado soporta bastante bien las bajas temperaturas, reportándose incluso tolerancia a heladas de hasta  $-7^{\circ}\text{C}$  cuando la planta ha sido bien "endurecida" (24, 62).

#### Comparaciones de sistemas de siembra

Sterret *et al.* (79) encontraron que con trasplante se obtiene un 95% de establecimiento de plantas en el ciclo de verano, mientras que con siembra directa se alcanza solo un 85%. Bajo las condiciones de la región centro de Nuevo León, Arredondo (5) reporta rendimientos más altos en trasplante tanto a raíz desnuda como con cepellón que en el caso de la siembra directa. No hubo diferencias en cuanto a precocidad.

## ARREGLO TOPOLOGICO.

La principal componente del rendimiento total y del rendimiento comercial en brócoli es la densidad de población la cual tiene una enorme influencia sobre el tamaño y peso de las pellas individuales. Se ha observado que conforme se incrementa la cantidad de plantas por unidad de superficie aumentan los rendimientos pero decrece el peso unitario. El manejo de las densidades es la manera más efectiva para controlar el rendimiento y la calidad del brócoli, por lo que se debe encontrar la densidad de población más alta que asegure el máximo rendimiento con pellas de tamaño comercial (84).

Para producción en gran escala se reportan densidades de 40,000 a 66,000 plantas por hectárea, con espaciamentos entre surcos de 66 a 77 cm en hilera sencilla ó 92 cm a 1 m a doble hilera, y 25 a 30 cm entre hileras; el distanciamiento entre plantas es de alrededor de 33 cm (82). En Virginia, EUA, se ha encontrado que aumentando la densidad a 96,400 plantas además de aumentar rendimientos es posible mejorar la calidad de las pellas (79). Du Pond (22) menciona que algunos productores de Galeana manejan 240,000 plantas por hectárea, cantidad que se consigue con surcos de 83 cm a doble hilera y 10 cm entre plantas.

Un estudio realizado por Dufault y Waters (21) indica que pueden lograrse rendimientos más altos disminuyendo el espacio entre hileras, sin embargo con camas de 2 m y 6 hileras por cama se han obtenido rendimientos y pesos de pella similares que con camas de 1 m a doble hilera aunque se tiene alrededor de 50% más de plantas (13).

## SISTEMAS CULTURALES.

El sistema de camas elevadas es muy empleado en la producción de hortalizas ya que facilita el riego y en algunas áreas permite mejorar el drenaje. Además incrementa la

profundidad de suelo disponible para el desarrollo de las raíces pues crea una capa de suelo labrado más grande que la obtenida con el solo arado (62). Las camas más comunes para el cultivo del brócoli son las de 1 m de ancho manejadas a doble hilera.

En los Estados Unidos y en el Bajío regularmente la fertilización y la aplicación del herbicida de presembrado se hacen al momento de la formación de la cama. Esto es común cuando se trabaja con camas de 1 m. Bracy *et al.* (59) diseñaron un sistema para camas de 15 cm de altura y 2 m de ancho, con piso de 1.5 m, y plantando en 2 ó 6 hileras. La secuencia de este sistema inicia con la aspersión del herbicida y su posterior incorporación con uno o dos pasos superficiales de rastra, seguido de la formación preliminar de las camas con una encamadora de discos; luego se raja la cama con cincel para colocar el fertilizante y de ser necesario se vuelve a pasar la encamadora de discos; finalmente se forma la cama definitiva con la conformadora y se siembra simultáneamente. Un procedimiento alternativo consiste en formar la cama preliminar, luego fertilizar, volver a pasar la encamadora de discos, aplicar el herbicida e incorporar con un rotocultivador y finalmente formar la cama definitiva con la conformadora, pudiéndose o no sembrar simultáneamente.

En zonas frías durante el ciclo temprano Westcott *et al.* (85) recomiendan el uso de túneles de poliéster, los cuales permiten adelantar la fecha de trasplante de 2 a 3 semanas.

## MANEJO SANITARIO.

### Manejo de plagas.

Por mucho tiempo las plagas más importantes del brócoli han sido el gusano importado de la col y el falso medidor los cuales consumen el follaje dejando agujeros

regulares en las hojas. El gusano importado de la col (*Pieris rapae*) es una oruga verde de apariencia vellosa con una franja naranja en el dorso y otra discontinua a cada lado, alcanza hasta unos 2.5 cm; el falso medidor (*Trichoplusia ni*) es un gusano de color verde con una línea blanca a cada lado y dos cerca del dorso, el cuerpo se va adelgazando hacia la cabeza. El periodo de alimentación de estas especies es de unas dos a cuatro semanas (55).

A últimas fechas dos plagas han venido tomando importancia, se trata de la palomilla dorso de diamante y la mosquita blanca. La primera a infestado gravemente áreas productoras de brassicaceas en Canadá, Estados Unidos, Japón, India y otros países (6), en el norte del Bajío ya se han tenido problemas con esta especie, originados presumiblemente por el uso indiscriminado de insecticidas (82), y en Nuevo León, Du Pond (22) ya la reportó en el área de Galeana.

La larva de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), es un gusano pequeño, de unos 0.8 cm, de color amarillo verdoso con finos pelos erectos y negros, que al ser perturbado se retuerce o se cuelga de un hilo de seda; es durante el estado larval cuando este insecto ataca los cultivos. El adulto es una palomilla de no más de 0.8 cm con las alas dobladas hacia afuera y hacia arriba que en el macho forman una hilera de tres manchas amarillas a manera de diamante (55). Se requieren temperaturas de 17.5° a 27.5°C para que las poblaciones crezcan rápidamente. El ciclo se completa con 274 grados día siendo el umbral 8.5°C, así a 20°C se necesitan 23 días y a 25°C 16. Con temperaturas de 30°C o superiores el desarrollo se retarda (6).

La mosquita blanca (*Bemisia tabaci* raza-B) es un pequeño homóptero de 0.9 a 1.2 mm de longitud, que con temperaturas de 30°C completa su ciclo en 18 días. Se

alimenta succionando la savia de sus hospederos, reduciendo así el vigor de las plantas. Puede además excretar una sustancia mucilaginosa que promueve el crecimiento de mohos que interfieren con la fotosíntesis. En algunos hospederos libera toxinas que causan desordenes como el llamado "plateado de la hoja de la calabacita" (66) que en brócoli ya ha sido reportado en California.

Otras plagas de importancia son los áfidos, trips, gusanos trozadores, chinche arlequín, pulga saltona y el pulgón y la mosca de la raíz (33).

Control de plagas. Para el manejo de los lepidópteros plaga es recomendable el uso de productos a base de *Bacillus thuringensis*, haciendo de tres a cuatro aplicaciones durante el ciclo (82). Contra estos insectos generalmente se emplean piretroides. Como el dorso de diamante ha creado resistencia a muchos de esos insecticidas se recomiendan una mezcla de 20 g IA de deltametrina mas 1 kg de *Bacillus thuringensis* (16,000 IU·mg<sup>-1</sup>) por hectárea, haciendo las aplicaciones hacia el final de la tarde e iniciándolas desde el establecimiento de la planta; esta mezcla resulta efectiva contra el resto de los lepidópteros. En Japón el insecticida más eficiente ha resultado ser la cypermetrina el cual en algunos experimentos ha reducido las poblaciones prácticamente a cero por lo menos durante los 11 días posteriores a la aplicación. También en Japón, se ha encontrado que la principal causa de infestación de dorso de diamante en repollo son los individuos que sobreviven en las brassicaceas maleza que rodean los campos de cultivo, por lo que es importante mantener limpios esos terrenos (6).

Para un adecuado control de la mosquita blanca es necesario destruir todos los residuos de cosecha. En áreas donde se hallan tenido fuertes incidencias de esta plaga resulta conveniente retrasar la siembra hasta que las emigraciones hayan disminuido. En

cuanto al control químico se recomienda el uso de imidacloprida, oxamyl, amitraz y otros productos, incorporando a los programas de aplicación sales de potasio, detergentes o aceites en una proporción del 1 a 2% de la solución (66).

En zonas frías durante el ciclo temprano Westcott *et al.* (85) recomiendan el uso de túneles de poliester, los cuales además de permitir adelantar la fecha de trasplante de 2 a 3 semanas, brindan buena protección contra algunas plagas.

#### Manejo de enfermedades.

En los trabajos de investigación realizados en la región centro de Nuevo León no se ha reportado la incidencia de patógenos como un factor que pudiera influir en la producción. Las principales enfermedades que en México se presentan son: el mildiú (*Peronospora parasitica*), pierna negra (*Phoma lingan*) y pudrición negra (*Xanthomonas campestris*) (82). El mildiú prospera bajo condiciones frescas (temperaturas de 10° a 16°C) se caracteriza por un amarillamiento del follaje mientras por el envés se vá desarrollando el hongo formando manchas púrpuras (62). La pierna negra se manifiesta como lesiones oscuras y hendidas en el tallo, y en la hoja produce manchas circulares de color café, mientras vá destruyendo gradualmente las raíces (74). Para el control de estas enfermedades se indica el uso de Manzate, Zineb, Maneb y sulfato de cobre tribásico en dosis de 1.5 Kg·ha<sup>-1</sup> (82).

Dos importantes patógenos que permanecen en el suelo son *Fusarium oxysporum* y *Plasmodiphora brassicae*. El primero causa un amarillamiento del follaje, generalmente solo del lado de la planta donde está afectando el haz vascular. *Plasmodiphora* se presenta sobre todo en suelos ácidos pudiendo tenerse un adecuado control mediante encalados, estimula una intensa división celular provocando la formación de nudos en las

raíces que evitan una adecuada absorción de agua, el síntoma clásico es un marchitamiento (62).

#### Manejo de desordenes fisiológicos.

El más común es el causado por la deficiencia de boro que se manifiesta por el enrollamiento de las hojas, la rajadura de peciolo, crecimientos corchosos en los tallos y manchas en las yemas florales (58). El problema real de esta deficiencia es el ahuecado del tallo que se presenta cuando la deficiencia se ve acompañada de temperaturas superiores a los 26°C (82). La deficiencia de boro ocasiona una acumulación de N soluble y azúcares, además de polifenol oxidasa que produce el característico ahuecado (67). Para su control se recomienda la aplicación foliar de 25 a 35 Kg·ha<sup>-1</sup> de bórax (82).

#### Manejo de malezas.

Como muchos otros cultivos el brócoli es seriamente afectado por la competencia de las malezas. Se ha encontrado que una sola planta de *Chenopodium* por metro cuadrado reduce el rendimiento en un 18-20% y el rendimiento comercial de 22% a 37% respecto a parcelas donde se controló esa maleza durante los primeros 57 a 58 días después de la siembra. Esta reducción se debe a que las pellas alcanzan un menor tamaño, aunque la cantidad de cabezas cosechadas no se ve afectada (11).

En la producción comercial de brócoli se presta la mayor atención al control de malezas en presembrado o pretrasplante. Una práctica común es aplicar trifluralina (2 l·ha<sup>-1</sup>), DCPA (10-13 kg·ha<sup>-1</sup>) o metaloclor (3-3.5 l·ha<sup>-1</sup>) sobre la cama de siembra (82), y posteriormente incorporar con rastra, aunque se ha encontrado que es más eficiente hacerlo con cultivador rotatorio (59). El tratamiento con 0.6 a 1.2 kg·ha<sup>-1</sup> de oxifluorfen brinda más de un 90% de control de *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Portulaca*, *Digitaria*,

*Eleusine*, *Lolium* y *Ambrosia* durante ocho semanas después de la aplicación, dosis más bajas dan una eficiencia del 66% pero resultan en pellas de un tamaño más grande (23). Se han realizado ensayos con cianamida cálcica encontrándose que controla la mayoría de las malezas anuales empleando dosis de 570 a 850 kg-ha<sup>-1</sup>; para evitar daños al cultivo debe aplicarse de 7 a 10 días antes del trasplante (1).

Una vez establecido el cultivo se puede realizar un control cultural o químico. Se ha observado que las escardas son más convenientes cuando se efectúan con cultivadores rotatorios los cuales controlan mejor las malezas, dañan menos el cultivo, son más eficientes en suelos húmedos y pueden operarse a velocidades más altas que la cultivadora de picos (61).

El control químico en postemergencia puede realizarse con productos nitrogenados. Soluciones de nitrato de amonio y tiosulfato de amonio al 20 y 12% de N respectivamente, y en dosis de 495 a 858 l-ha<sup>-1</sup> aplicados cuando el brócoli presenta de 2 a 4 hojas verdaderas elimina malezas que comúnmente no pueden controlarse con herbicidas aplicados al suelo como *Senecio*, *Capsella* o *Solanum*, especialmente cuando estas tienen de 1 a 4 hojas, pero no tiene efecto sobre *Chenopodium*, *Echinochloa*, *Poa* ni *Portulaca* (2). El hecho de que esos productos no causen daño al brócoli se debe a que este cultivo como el resto de las brassicáceas presenta una capa de cera epicuticular en el haz que las protege (12). Algunos herbicidas que se pueden emplear en tratamientos de postemergencia son el oxifluorfen, el piridato y el quinclorac a los que el brócoli es ligeramente tolerante (35). Actualmente se ensayan algunos genotipos resistentes a la atrazina obtenidos a partir de cruzamientos con *B. campestris* (17).

El manejo de malezas puede ser desarrollado sin la necesidad de herbicidas, por lo menos así lo han encontrado Flint *et al.* (26) bajo las condiciones de producción que actualmente se tienen en el estado de California.

#### COSECHA.

El momento para la cosecha del brócoli es antes de que abran las yemas florales, cuando las cabezas están compactas y aún no han aparecido los pétalos, un pequeño retraso en la cosecha reduce la calidad del producto (58).

Hasta el momento prácticamente todo el brócoli que se produce es cosechado manualmente, aunque algunos aspectos de este proceso han sido mecanizados hasta cierto grado. En los Estados Unidos es frecuente el uso de máquinas atadoras y empacadoras que trabajando con un compresor de aire envuelven con una película de plástico atados de 2 a 4 pellas y corta los tallos a un tamaño fijo. Para poder emplear este sistema es necesario que en el campo las cabezas sean cosechadas con 20 a 25 cm de tallo para que luego la máquina pueda cortarlos al tamaño requerido. Se deben eliminar las hojas del tallo, esta operación puede ser realizada por el pizcador con su navaja o hacerse en una operación previa utilizando un anillo de unos 15 cm de diámetro con mango largo, el anillo se coloca sobre la pella y al empujarlo se quiebran las hojas (87). En las zonas productoras de Texas los pizcadores van cosechando las pellas con tallos de 15 a 23 cm, eliminan las hojas y vacían las cabezas en un remolque que vá delante de ellos, de este remolque el producto es pasado a un área donde se empaca. Otra forma de realizar la operación es que cada pizcador cargue un recipiente individual y al llenarlo lo lleve afuera donde otro trabajador elimina hojas, uniformiza los tallos, y empaca (33).

Se han ensayado algunos diseños de cosechadoras mecánicas. Uno de ellos es el prototipo ideado por Shearer *et al.* (73) que consiste en una sierra propulsada por un motor, y montada sobre un brazo hidráulico móvil; esta combinación se une por uno de los lados al tractor mediante una articulación prismática que permite ajustar la altura de corte. Si la operación de cosecha es continua pueden cortarse hasta 40 pellas por minuto, si la cosecha es selectiva pueden lograrse 23 pellas por minuto con una precisión de un 80%, con un mínimo daño a las plantas que no son cosechadas.

Wilthoit y Vaughan (87) diseñaron una cosechadora manual que realiza simultáneamente el corte de la pella y la eliminación de las hojas. Consiste en un cilindro neumático que impulsa un par de hojas curvas colocadas horizontalmente que actúan como tijeras. Cuando las hojas están abiertas tiene la configuración de un anillo de 15 cm de diámetro. El cilindro es controlado por un gatillo que al ser oprimido impulsa el mecanismo de tijera cortando la pella.

#### MANEJO POSTCOSECHA.

Las pellas una vez cortadas y limpias de hojas se colocan en cajas de cartón y se les agrega hielo molido, llevándose inmediatamente a un almacén o transportándose en un vehículo refrigerado. Para bajar la temperatura del brócoli de 33° a 1°C se requiere una cantidad de hielo equivalente al 38% del peso del producto, las cajas generalmente disponen del espacio suficiente para agregar esa cantidad de hielo (83). Un preenfriado deficiente puede provocar un autocalentamiento del brócoli durante el transporte (78).

El brócoli presenta una tasa de respiración muy alta, resultado de la gran actividad fisiológica de las yemas florales. En condiciones cálidas se corre el riesgo de que las yemas puedan abrir (78). La temperatura recomendada para almacenarlo es de 0°C con

95 a 98% de humedad relativa; bajo estas condiciones y con una adecuada circulación de aire puede durar de 10 a 14 días en buenas condiciones, después de este tiempo pierde color, las yemas tienden a abrirse y los tallos a pudrirse o endurecerse (83).

Las atmósferas controladas pueden ser efectivas para retrasar la senescencia, manteniendo las pellas tiernas, de un color verde y evitando los mohos (58, 78). Ya en 1968 Leberman *et al.*, citados por Pantastico (58) mencionaban que para alargar la vida de anaquel de brócoli podía incrementarse la concentración de CO<sub>2</sub> a un 5-20%. Desde entonces son muchas las investigaciones realizadas, encontrándose que con 2%O<sub>2</sub> y 1.8-10%CO<sub>2</sub> el brócoli puede almacenarse hasta por 4 semanas (28), con menos de 1%O<sub>2</sub> se prolonga hasta 8 semanas (38). Sin embargo el riesgo de bajar demasiado la concentración de O<sub>2</sub> es que se desarrollen malos olores debido a la producción de etanol y acetaldheido, algo que ha podido observarse cuando se emplean películas plásticas de baja permeabilidad en donde el O<sub>2</sub> también cae hasta 1-1.5% (7, 37). De todos modos el uso de las películas se ha encontrado benéfico en algunos casos pues retrasa la senescencia de las pellas (90) e incluso puede duplicar la vida de anaquel (88). Una de las ventajas de las atmósferas controladas es que pueden manejarse temperaturas menos bajas que sin el empleo de ellas (58).

En Canadá se han tenido algunos problemas con *Fusarium avenaceum* (*Gibberella avenacea*) en brócoli bajo atmósferas controladas. Este hongo que produce un micelio blanco y esponjoso sobre la inflorescencia muestra poca actividad a 5°C (54).

#### OTROS TRABAJOS SIMILARES.

En el Cuadro 5 se hace un resumen de algunos trabajos previos en donde también se han evaluado cultivares de brócoli la zona centro del estado de Nuevo León.

**Cuadro 5. Concentración de datos y observaciones de trabajos similares a este, realizados anteriormente en la región central del estado de Nuevo León.**

Autor	# cvs. evaluados	Localidad y ciclo del cultivo	Temp. medias mensuales (°C)	Densidad de población (#pl·ha <sup>-1</sup> )	Dosis de fertilización	Resultados y comentarios
Lara, 1973 (40)	4	Escobedo 1Ago-72 / 7Ene-73	15.0 / 12.5 / 12.5 / 22.5	37,000 a 111,000	_____	Rendimientos : 0.12 - 0.68 ton·ha <sup>-1</sup> Pesos de pella : _____ Mejor cv. : 'Topper 43' (en surcos de 60 cm) RENDIMIENTOS MUY BAJOS DEBIDO A BAJAS TEMPERATURAS A INICIO DE CICLO QUE PROVOCARON FLORACION PREMATURA.
Cedillo, 1987 (16)	6	Marín 1Ago-86 / 7Ene-87	31.3 / 27.5 / 22.0 / 15.4 / 12.5 / 11.8	31,000	160-80-50	Rendimientos : 2.95 - 7.97 ton·ha <sup>-1</sup> Pesos de pella : 130 - 295 g Mejor cv. : 'Green Valiant'
Elizondo, 1987 (25)	5	Marín 15Oct-86 / 3Mar-87	22.0 / 15.4 / 12.5 / 11.8 / 14.7 / 16.0	31,000	160-80-50	Rendimientos : 1.25 - 2.61 ton·ha <sup>-1</sup> Pesos de pella : 40 - 93 g Mejor cv. : 'Green Valiant' LOS BAJOS RENDIMIENTOS PUDIERON DEBERSE A BAJAS TEMPERATURAS A INICIO DEL CICLO, FERTILIZACION TARDIA O LA COMBINACION DE AMBOS
Flores, 1987 (27)	4	Apodaca 25Nov-86 / 18Mar-87	15.4 / 12.5 / 11.8 / 14.7 / 16.0	43,000 a 66,000	Sin Fertilización	Rendimientos : 2.14 - 10.00 ton·ha <sup>-1</sup> Pesos de pella : 80 - 235 g Mejor cv. : 'Apollo'
Salinas, 1992 (70)	8	Marín 2Jul-87 / 9Nov-87	28.0 / 29.5 / 26.0 / 22.0 / 17.0	42,000	160-80-00	Rendimientos : 4.17 - 6.19 ton·ha <sup>-1</sup> Pesos de pella : 120 - 150 g Mejor cv. : 'PSX-20784'

## **MATERIALES Y METODOS**

### **UBICACION DEL EXPERIMENTO.**

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 1993-94, como parte de las investigaciones del Programa de Producción de Semilla de Hortalizas - CIA - F.A.U.A.N.L. El experimento fue establecido en el lote 18 dentro de la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, localizada en el km 17.5 de la carretera Zuázua-Marín, en el municipio de Marín, N.L., y ubicada geográficamente a 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste; la elevación media del lugar es de 367 msnm.

El clima de la región se clasifica como BS1 (h') hx' (e), correspondiendo al tipo árido con régimen de lluvias establecido en el verano, y un porcentaje de precipitación invernal superior al 18%; la temperatura media anual es superior a los 22°C.

Registros diarios de la Estación Climatológica de la F.A.U.A.N.L. durante el periodo 1983-1993, indican que la temperatura media anual es de 22.1°C, la media mensual máxima se presenta en Agosto con valores entre 28° y 31.3°C, en Enero la media mensual fluctúa entre 10° y 16.5°C, siendo este mes el más frío. La precipitación anual varía entre los 383.9 y 722.4 mm, estableciéndose el temporal en Septiembre y Mayo. Se promedia una granizada al año. Los vientos dominantes provienen del sureste y el norte.

### **CONDICIONES ECOLOGICAS.**

Las condiciones climatológicas imperantes durante el desarrollo del experimento son mostradas en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Condiciones meteorológicas presentadas durante el experimento**

		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
T° máxima del mes	(°C)	38.0	36.0	33.0	28.0	31.0
media de T° máximas	(°C)	32.0	28.0	23.5	24.0	20.0
T° media mensual	(°C)	26.0	22.0	16.6	16.0	13.5
T° mínima del mes	(°C)	12.0	-1.0	-1.0	0.0	2.0
media de T° mínimas	(°C)	21.0	16.0	9.7	9.0	7.0
precipitación	(mm)	111.00	36.00	35.50	0.00	87.00
evaporación	(mm)	183.37	135.90	74.48	87.99	85.67

El suelo en el que se trabajó es café grisáceo, de textura arcillosa, extremadamente pobre en materia orgánica y nitrógeno, bajo en fósforo y mediano en potasio, de pH moderadamente alcalino y ligeramente salino, la densidad aparente es de 1.4. Los valores cuantitativos de los análisis se muestran en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Propiedades físicas y químicas del estrato correspondiente a los 0 a 30 cm de suelo del terreno en donde se desarrolló el experimento.**

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
COLOR (Escala Munsell)	Seco 10 YR 4 / 2 Húmedo 10 YR 3 / 2	Café grisáceo Café grisáceo
REACCION (suelo/agua 1 2)	pH = 8.4	Moderadamente alcalino
TEXTURA (Hidrómetro)	Arena = 9.52% Limo = 27.78% Arcilla = 62.70%	Arcilloso
MAT. ORG. (Walkley-Black)	0.054%	Extremadamente pobre
N TOTAL (Kjeldahl)	0.003%	Extremadamente pobre
P APROVECHABLE	0.89 ppm	Bajo
K APROVECHABLE (Peech-English)	265.8 Kg·ha-1	Mediano
SALES SOLUBLES TOTALES (Puente Wheatston)	CE = 2.1 mmhos·cm-1 a 25°C	Ligeramente salino

## MATERIALES.

Fueron evaluados 9 cultivares de brócoli: Galleon, Packman, Pirate, Greenbelt, Chancellor, F1 Green Knight, Lancelot, Buccaneer y Mariner, todos híbridos. En el Cuadro 8 se muestran las principales características de los cultivares de acuerdo con la empresa semillera que los distribuye.

**Cuadro 8. Principales características de los cultivares evaluados durante el presente experimento**

CULTIVAR	Maduración	Altura de planta	Tipo de pella	Color	Tamaño de grano
Galleon	temprana	66 cm	semidomo	verde oscuro	medio
Packman	temprana	66-71 cm	semidomo	verde oscuro	medio
Pirate	media-tardía	61 cm	domo	verde	pequeño
Greenbelt	media-tardía	media (n.d.)	domo	verdiazul	pequeño
Chancellor	intermedia	60-65 cm	domo	no dato	no dato
F1 Green Knight					
Lancelot	no dato	71 cm	semidomo	verde oscuro	medio
Buccaneer	no dato	66 cm	domo	verdiazul	medio
Mariner	intermedia	66 cm	semidomo	verde oscuro	medio

NOTA: no se encontró información para el cultivar F1 Green Knight.

Para el establecimiento del cultivo fue preciso contar con un tractor y los diversos implementos para la preparación del suelo y la surquería; además de ducto para riego, palas, azadones, mochilas aspersoras, fertilizantes y pesticidas, etc.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con 9 tratamientos (uno por cada cultivar) y 4 repeticiones, teniendo de esta manera 36 unidades experimentales cuya distribución y dimensiones se muestran en la Figura 2.

A continuación se presentan las dimensiones del experimento:

Superficie total		Area
		1404.0 m <sup>2</sup>
Superficie efectiva		1296.0 m <sup>2</sup>
Parcela experimental	4 surcos de 9.0 m de longitud	36.0 m <sup>2</sup>
Parcela útil	2 surcos de 8.6 m de longitud	17.2 m <sup>2</sup>



## CONDUCCION DEL EXPERIMENTO EN CAMPO.

### Siembra y trasplante.

El 10 de Septiembre de 1993 fueron sembrados los cultivares en surcos de 1 m de ancho, los cuales se utilizaron como almácigo, y donde las plántulas permanecieron hasta el 15 de Octubre cuando habiendo alcanzado de tres a cuatro hojas verdaderas y de 10 a 12 cm de altura fueron trasplantadas en el lote experimental (previamente preparado con rotura, rastreo y surcado), a una distancia de 0.3 m entre plantas y en doble hilera, de forma tal que se tuviera una densidad de 66,667 plantas-ha<sup>-1</sup>. La operación de trasplante se realizó a raíz desnuda y sobre el riego: la plántula se iba colocando a medio lomo, justo al nivel que alcanzaba el espejo del agua.

### Riegos.

El agua utilizada para regar fué obtenida del pozo del CIA-FAUANL. Los datos referentes a su calidad se presentan en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Análisis químico del agua de riego utilizada durante el experimento.**

ANALISIS	DATOS	OBSERVACIONES	ANALISIS	DATOS	OBSERVACIONES
Ca	8.9 me·t <sup>-1</sup>		CEX10 <sup>6</sup> a 25°C	2,200	Altamente salina
Mg	6.3 me·t <sup>-1</sup>		pH	7.3	
Na	6.8 me·t <sup>-1</sup>		SE	13.1 me·t <sup>-1</sup>	Condicionada
Σ de cationes	22.0 me·t <sup>-1</sup>		SP	12.8 me·t <sup>-1</sup>	Condicionada
CO <sub>3</sub>	0.0 me·t <sup>-1</sup>		RAS	2.4	Baja en sodio
HCO <sub>3</sub>	6.6 me·t <sup>-1</sup>		CSR	0.0 me·t <sup>-1</sup>	
Cl	10.2 me·t <sup>-1</sup>	No recomendable	PSR	48.1 me·t <sup>-1</sup>	Buena
SO <sub>4</sub>	5.2 me·t <sup>-1</sup>				
Σ de aniones	22.0 me·t <sup>-1</sup>		<b>Clasificación</b>	<b>C<sub>3</sub>S<sub>1</sub></b>	

El criterio para determinar el momento de la aplicación de los riegos se basó en la etapa fenológica del cultivo y la condición del suelo. Se regó un día antes de pasar las plantas al terreno definitivo con la finalidad de humedecer el suelo y facilitar un aniego

más rápido durante el riego de trasplante. Apenas pasados cuatro días del trasplante se volvió a regar para ayudar a un más rápido establecimiento de las plantas. Los riegos de auxilio se proporcionaron a los 70, 89, 104 y 122 días después de la siembra (DDS), el primero en plena etapa vegetativa, el segundo al inicio de la formación de las pellas, y los dos últimos ya durante el período de cosecha.

#### Fertilización.

La dosis total empleada fue  $180\text{N} - 200\text{P}_2\text{O}_5 - 95\text{K}_2\text{O}$ . La primera aplicación se efectuó dos días antes del trasplante; se hizo en forma manual colocando una banda de fertilizante dentro de una zanja abierta con rayador en el lomo del surco y cubriendo después con azadón. Se distribuyeron en todo el experimento 56 kg de fosfato diamónico (aproximadamente  $430 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y 25 kg de sulfato de potasio (alrededor de  $195 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para completar una dosis de pretrasplante de 78 - 200 - 95.

El 9 de Noviembre, una vez que las plantas habían alcanzado unos 18 y 20 cm de altura se tiraron en el fondo del surco, e inmediatamente fueron incorporados con cultivador rotatorio, 17.5 kg de urea ( $135 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para de esta manera adicionar otras  $62 \text{ U(N)}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El 8 de Diciembre cuando casi la totalidad de las plantas de cinco tratamientos habían formado pella y en los otros cuatro superaba ya el 50%, se aplicaron los restantes 40 kg de (N) para completar la dosis total; para tal efecto se distribuyeron en el fondo del surco de la superficie efectiva 11 kg de urea ( $85 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), mismos que fueron luego incorporados con el agua del riego que ese mismo día se aplicó.

#### Manejo de plagas.

La primer plaga de importancia que se presentó en el campo fue el gusano trozador (*Agriotis* sp.) que redujo en parte la población de algunas parcelas.

Posteriormente el cultivo fue atacado por gusanos del follaje, mosquita blanca y trips. De los gusanos casi la totalidad de los individuos observados correspondían al falso medidor (*Trichoplusia ni*), su nivel se mantuvo bajo a base de la aplicación de piretroides. La mosquita blanca fue controlada con Protec y en parte gracias a la helada temprana que se presentó. Los trips se controlaron con Perfekthion.

#### Manejo de malezas.

Se procuró mantener el cultivo limpio de malezas en las primeras etapas de crecimiento, para esto 46 DDS se aplicó Fusilade a razón de 4 cc de producto mas 4 cc de surfactante-dispersante por litro de agua para controlar pastos, además de un par de deshierbes manuales a los 52 y 81 DDS y una labor con cultivadora rotativa a los 60 DDS. Hacia el final del ciclo ya no se controló el crecimiento de arvenses pues el cultivo había alcanzado porte suficiente como para competir con aquellas.

En el Cuadro 10 se presentan un resumen de las actividades realizadas al cultivo durante el desarrollo del experimento.

#### VARIABLES ESTUDIADAS.

Antes de iniciado el período de cosecha se estuvo muestreando el experimento para obtener datos referentes a sobrevivencia, altura de la planta, número de hojas, y plantas con inicios de pella. La sobrevivencia no fue evaluada aunque se estuvo registrando el número de plantas por parcela útil.

Cuadro 10. Actividades realizadas en el cultivo durante el presente experimento.

MANEJO EN ALMACIGO		PREPARACION DEL TERRENO	
6 Sep	riego de presiembra	6 Oct	roturación
10 Sep	siembra	8 Oct	rastro
29 Sep	aplicación de insecticida y fertilización foliar	12 Oct	surcado, regaderas y pega de bordos
	riego	13 Oct	fertilización de pretrasplante
11 Oct	aplicación de insecticida y fertilización foliar	14 Oct	riego de pretrasplante
RIEGOS		FERTILIZACION	
14 Oct	pretrasplante	13 Oct	pretrasplante (78-200-95)
19 Oct	riego de establecimiento	9 Nov	plántas bien establecidas (62-00-00)
19 Nov	1er riego de auxilio	8 Dic	inicio de formación de pellas (40-00-00)
8 Dic	2do riego de auxilio		
23 Dic	3er riego de auxilio		
10 Ene	4to riego de auxilio		
CONTROL DE PLAGAS		CONTROL DE MALEZAS	
29 Sep	GUSANOS Halmark (1cc.l <sup>-1</sup> )	26 Oct	ZACATES Fusilade (4cc + 4cc AgralPlus).l <sup>-1</sup> )
11 Oct	GUSANOS Halmark (1cc.l <sup>-1</sup> )	1 Nov	POLOCOTE Deshierbe manual
19 Oct	GUSANOS Halmark (1cc.l <sup>-1</sup> )	9 Nov	POLOCOTE, ZACATES Cultivo
1 Nov	MOSQUITA Protek (5cc + 0.5cc DAP).l <sup>-1</sup> )	30 Nov	POLOCOTE Deshierbe manual
18 Nov	TRIPS Perfekthion (1.5cc.l <sup>-1</sup> )		
25 Nov	TRIPS + GUSANOS Perfekthion + Halmark (1 cc+1cc).l <sup>-1</sup> )		
29 Nov	MOSQUITA Protek (5cc + 0.5cc DAP).l <sup>-1</sup> )		

### Establecimiento y sobrevivencia de plantas.

Para determinar la sobrevivencia se contaron y registraron todas las plantas de cada parcela útil. Fueron dos los conteos realizados, el primero el 25 de Octubre y el otro el 1 de Noviembre, entre estos datos no hubo diferencia. Una vez terminado el último corte se procedió a contar de nuevo el número de plantas por parcela útil, una vez más no se encontró diferencia respecto al primer conteo. Estos datos no se muestran en los resultados, pero se emplearon como variable independiente para el análisis de covarianza.

### Altura de planta.

Para la altura de la planta se realizaron mediciones los días 28 de Octubre y 28 de Noviembre, así como en la primer fecha en que se cosechara una cantidad considerable de pellas. En las tres ocasiones se tomaron como muestra 10 plantas por parcela útil. La altura fue medida a partir de la base del tallo y hasta el punto más elevado de cualquiera de las hojas.

### Número de hojas.

El número de hojas que se consideró fue solamente aquellas que se mantuvieran verdes, por lo que llegaba un momento en que aunque aparecían hojas nuevas, la cantidad encontrada era igual que la del muestreo anterior pues las hojas más viejas habían senecido o sufrido daños mecánicos de modo que no presentaban ya superficie fotosintéticamente activa. Los muestreos se hicieron el 28 de Octubre y el 28 de Noviembre, el tamaño de muestra considerado fue el mismo que para la altura de la planta.

### Formación y desarrollo de pellas.

Para obtener los datos referentes a días a formación y período de iniciación de pellas se muestreaban 10 plantas por parcela útil y se registraban aquellas que ya mostraran una cabezuela sobresaliendo del cogollo. Los conteos se hicieron diariamente del 27 de Noviembre al 4 de Diciembre y cada tercer día a partir de la fecha anterior y hasta el 16 de Diciembre, cuando no se encontró diferencia entre la cantidad de pellas por parcela útil con respecto a los conteos anteriores. Además se tomó información del tiempo necesario para que una pella esté lista para cosecharse, para esto se marcaron plantas individuales y se registraron las fechas de iniciación y corte de la cabeza.

### Rendimiento y calidad de pellas.

La cosecha se realizó en doce cortes, efectuados a los 95, 98, 101, 104, 108, 111, 116, 118, 122, 126, 131 y 143 DDS. En cada pasada se revisaban todas las parcelas y se cosechaban aquellas cabezas principales que presentaran granos (botones florales) bien desarrollados, pero antes de que abrieran. El corte se hacía aproximadamente 15 cm por debajo de la pella propiamente dicha. Solo fueron recolectadas cabezas principales.

Durante cada uno de los cortes se registraban el número de pellas y el peso total de las pellas por cada parcela útil, así como el diámetro de 5 cabezas por parcela.

El peso de las pellas se tomó en el campo inmediatamente después del corte. El diámetro se midió con regla. En todas las ocasiones se utilizaron las mismas herramientas y fue la misma persona quien realizó todas las mediciones.

Contenido de fibra.

Al momento de dar el tercer corte de cada tratamiento se tomaron 2 pellas de cada repetición y con ellas se determinó el contenido de fibra. El análisis fue realizado en el Laboratorio de Bromatología de la F.A.U.A.N.L.

## HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS.

El modelo estadístico que se siguió originalmente fue el del Análisis de Varianza correspondiente al diseño experimental utilizado y que puede observarse en el Cuadro 11. Sin embargo, y dado que se encontró variación en la cantidad de plantas por parcela útil se optó por hacer un Análisis de Covarianza en donde la variable independiente fue precisamente el número de plantas por parcela útil; el modelo se muestra en el Cuadro 12. Para ambos modelos en caso de que se encontrara diferencia entre los tratamientos se procedió a realizar una comparación de medias a través de diferencias mínimas significativas (DMS) para niveles de confiabilidad de 99 y 95%.

**Cuadro 11. Modelo estadístico planeado originalmente.**

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = observación de la variable bajo estudio (en este caso solo el rendimiento) correspondiente al i-ésimo tratamiento del j-ésimo bloque;  
 $M$  = media general;  
 $T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento;  
 $B_j$  = efecto del j-ésimo bloque;  
 $\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

**Cuadro 12. Modelo estadístico correspondiente al Análisis de Covarianza, el cual finalmente fue empleado en este trabajo.**

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + \delta(X_{ij} - X_{..}) + \epsilon_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = observación de la variable bajo estudio (en este caso solo el rendimiento) correspondiente al i-ésimo tratamiento del j-ésimo bloque;  
 $M$  = media general;  
 $T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento;  
 $B_j$  = efecto del j-ésimo bloque;  
 $\delta$  = coeficiente de regresión;  
 $X_{ij}$  = observación de la covariable (en este caso el número de plantas por parcela útil) correspondiente al i-ésimo tratamiento del j-ésimo bloque;  
 $X_{..}$  = media de todas las observaciones;  
 $\epsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### FACTORES DE PRODUCCION Y SU POSIBLE EFECTO SOBRE LOS RESULTADOS.

En función a las observaciones que se hicieron en el campo se dividió el ciclo del cultivo en tres etapas: 1) germinación y desarrollo de la plántula, esto es el período que la planta pasó en el almácigo; 2) desarrollo vegetativo, que comprendió entre los 36 y 81 DDS, y 3) etapa productiva, 82 a 143 DDS, considerando el inicio, para fines prácticos, como el momento de aparición de los botones y siendo el final la fecha del último corte. La fase de desarrollo vegetativo fue dividida a su vez en dos subfases: el establecimiento de la planta después del trasplante, y la etapa vegetativa propiamente dicha.

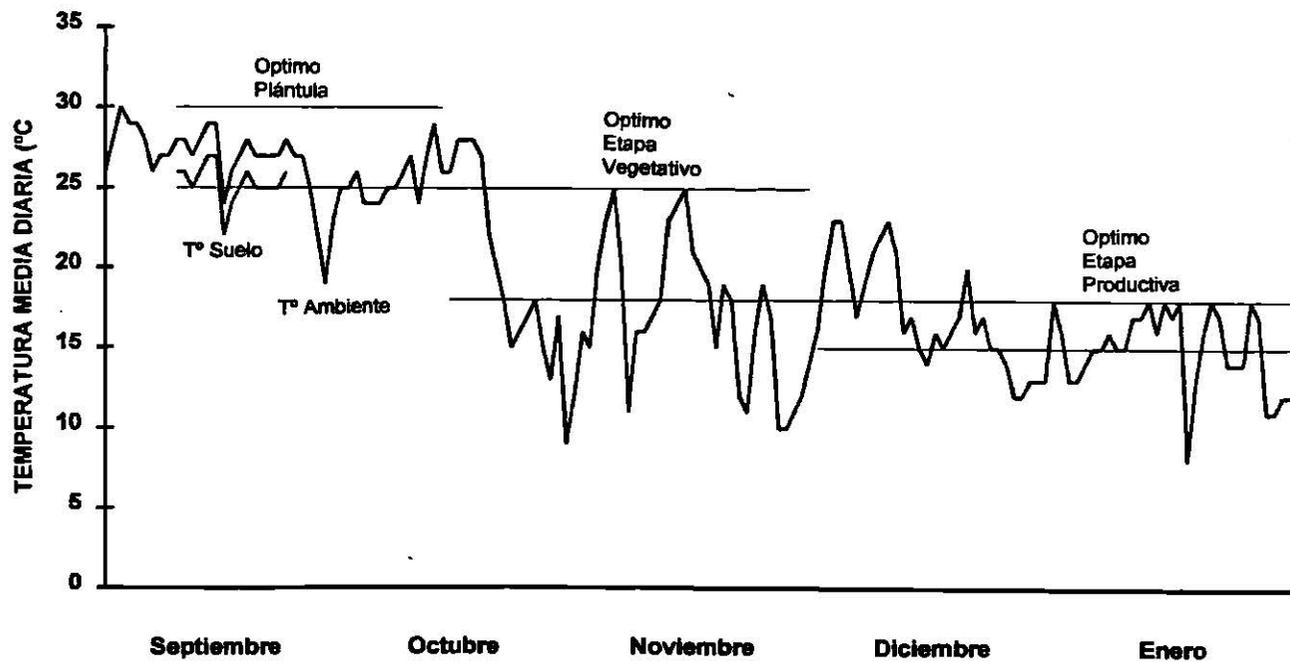
Las condiciones meteorológicas que se presentaron a lo largo del ciclo de producción pueden considerarse adecuadas para el cultivo. Más de la mitad de los 143 días que duró el experimento registraron temperaturas medias que caían dentro del rango óptimo, especialmente en la etapa de floración a cosecha en la que de los 62 días considerados, 33 tuvieron entre 15° y 18°C, 19 días presentaron temperaturas abajo de ese intervalo y en 10 días se registraron temperaturas mayores.

En la Figura 3 se muestran las temperaturas medias diarias a lo largo del experimento, así como los rangos óptimos para cada etapa del cultivo. Como puede observarse, la mayor parte de los días con temperaturas medias más altas que el óptimo para el desarrollo de la pella se presentaron en los primeros días de esta etapa, por lo que su efecto posiblemente pudo resentirse más en los cultivares tempranos.

Durante el período de desarrollo vegetativo las temperaturas no fueron tan favorables: 18 días con temperatura óptima (18°-25°C), 24 abajo y solo 4 arriba. La

literatura indica que en esta etapa son favorables temperaturas más altas pues estas estimulan una mayor área foliar que se traduce en mejores rendimientos. La producción obtenida puede considerarse aceptable, por lo que cabría suponer que tal vez las temperaturas en este período no tuvieron un efecto desfavorable sobre los rendimientos pero sí sobre el ciclo productivo ya que retrasaron la cosecha. Los días con las temperaturas por encima del óptimo tuvieron lugar al inicio de esta fase, pero no fueron tan altas como para suponer que pudieran haber dificultado el establecimiento de las plantas después del trasplante.

**Figura 3. Temperaturas medias diarias presentadas durante el experimento y temperaturas óptimas para el desarrollo del brócoli en sus diversas etapas**



La temperatura óptima para germinación está en el rango de 25° a 30°C (15), valores por encima son más perjudiciales que temperaturas menores (79). Durante el experimento en la etapa de germinación y desarrollo de plántula ningún día superó el rango óptimo, 9 estuvieron por debajo y 26 cayeron dentro de él, es decir se presentaron condiciones adecuadas.

El suelo no debió haber afectado grandemente el comportamiento del cultivo: su salinidad (2.1 mmhos) está dentro de los límites que no causan reducción del rendimiento (2.8 mmhos) (62, 80). El pH de el suelo donde el experimento fue establecido es alto, 8.4, sin embargo puede ser soportado por el brócoli.

Durante el ciclo se tuvo una precipitación ligeramente superior a los 25 cm, y con el auxilio de los riegos se pudo proporcionar al cultivo el agua necesaria, por lo que la humedad disponible para este seguramente no fue un factor limitante para la producción. Sobre la calidad del agua puede decirse que su salinidad (2.2 mmhos) pudo haber provocado que los rendimientos obtenidos pudieran ser del orden de aproximadamente un 85% de su potencial, esto atendiendo a información obtenida de Santa Olalla y de Juan (71).

#### FORMACION Y DESARROLLO DE PELLAS.

La formación de pellas se inició a los 79 DDS en los cultivares más precoces ('Galleon', 'Packman', y 'F1 Green Knight') y a los 88 en los más tardíos ('Pirate' y 'Greenbelt'). El tiempo transcurrido entre la aparición de los primeros botones y el momento de máxima cantidad de pellas por parcela fue de 6 a 9 días, dependiendo del cultivar. Para el completo desarrollo de la pella (de formación a cosecha) fueron necesarios de 15 a 26 días, existiendo variación tanto entre los tratamientos como dentro de los mismos.

De la información mostrada en el Cuadro 13 puede destacarse que los materiales más precoces requieren menos tiempo para que la pella se desarrolle: 16 a 19 días de acuerdo al parámetro 50% de pellas formadas - 50% de pellas cosechadas y los

muestreos formación-cosecha de una pella. Por su parte los cultivares tardíos ocuparon entre 23 y 26 días según el primer parámetro y de 21 a 26 de acuerdo con los muestreos.

**Cuadro 13. Días a formación de pellas y días requeridos para que estas llegaran a cosecha, en los distintos cultivares evaluados en este experimento.**

CULTIVAR	IP	MP	DP	TD50-50	TDM
Galleon	79	85	6	16	16 - 18
Packman	79	88	9	19	16 - 19
Pirate	88	94	6	26	23 - 26
Greenbelt	88	94	6	23	21 - 26
Chancellor	82	91	9	20	21 - 23
F1 Green Knight	79	88	9	17	16 - 18
Lancelot	82	88	6	16	15 - 18
Buccaneer	85	94	9	13	14 - 16
Mariner	85	94	9	20	20 - 21

**Abreviaturas**

IP .- inicio de formación de pellas, (DDS);

MP .- máxima cantidad de pellas en la parcela, (DDS);

DP .- duración de la temporada de formación de pellas (MP - IP), (días);

TD50-50 .- periodo de desarrollo de la pella considerado como el tiempo transcurrido entre el 50% de pellas formadas y el 50% de pellas cosechadas, (días);

TDM .- periodo de desarrollo de la pella obtenido en base a muestreos de plantas individuales, (rango en días).

## ALTURA DE PLANTA Y NUMERO DE HOJAS.

Los registros de altura de planta muestran que el cultivar Chancellor tuvo el mayor porte y que las plantas de 'Mariner' y 'Buccaneer' fueron las más pequeñas. Para número de hojas no hubo diferencia entre los tratamientos. Las variables anteriores no fueron sometidas a ningún análisis y solo se tomaron como referencia. Los resultados de estas variables se muestran en el Cuadro 14.

## CONTENIDO DE FIBRA.

Los resultados del análisis de fibra se muestran en el Cuadro 15. Se puede observar que los contenidos son similares al que la literatura indica (1.5%) (82). Esto es importante pues se ha reconocido que la fibra de las hortalizas estimula en forma eficiente la fermentación en el colon por lo que brinda una cierta protección contra el cáncer y otras enfermedades colorectales (53).

**Cuadro 14. Altura de la planta y número de hojas de los distintos cultivares en tres muestreos realizados en distintas fechas.**

CULTIVAR	MOMENTO DEL MUESTRO					
	altura (cm)			# de hojas		
	48 DDS		69 DDS		Fecha de primer corte	
Galleon	10.5	5.0	33.9	13.0	58.3	No Dato
Packman	10.2	4.5	31.9	12.0	57.9	No Dato
Pirate	10.2	4.5	30.8	12.0	56.5	No Dato
Greenbelt	9.9	5.0	35.4	13.0	60.0	No Dato
Chancellor	11.2	4.5	38.8	13.0	62.9	No Dato
F1 Green Knight	10.9	4.0	29.6	11.5	55.0	No Dato
Lancelot	10.0	4.0	30.2	12.0	55.1	No Dato
Buccaneer	9.9	4.0	28.6	12.0	52.9	No Dato
Mariner	9.9	4.0	27.0	11.0	52.6	No Dato

**Cuadro 15. Contenido de fibra de los cultivares evaluados en el presente experimento.**

CULTIVAR	% de fibra en el tallo	% de fibra en la flor
Galleon	1.79	1.14
Packman	2.14	0.98
Pirate	2.03	1.13
Greenbelt	1.95	1.26
Chancellor	1.50	1.23
F1 Green Knight	1.86	1.18
Lancelot	1.97	1.20
Buccaneer	1.84	1.26
Mariner	1.51	1.27

#### RENDIMIENTO Y CALIDAD DE PELLAS.

Para la variable rendimiento se encontró diferencia significativa entre los tratamientos como puede verse en el Cuadro 16, siendo los híbridos Greenbelt y Pirate con 11.117 y 10.626 ton·ha<sup>-1</sup> respectivamente, superiores al resto de los materiales (Cuadro 17). Cabe señalar que estos datos han sido ajustados mediante un Análisis de Covarianza empleando al número de plantas por parcela útil como la variable independiente. En el Cuadro 18 se muestran las medias de rendimiento tanto sin ajustar como ajustadas para poder apreciar el grado en que la covarianza modificó los resultados originalmente obtenidos antes del ajuste.

Cuadro 16. Tabla del Análisis de Covarianza para el rendimiento total de los cultivares.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Covariable	1	7.557084	7.557084	21.4386	0.000
Tratamiento	8	24.786854	3.098357	8.7897	0.000
Bloque	3	2.856987	0.952329	2.7017	0.068
Error	23	8.107467	0.652499		
Total	35	43.308391			

C.V. = 6.35%

Cuadro 17. Comparación de medias para la variable rendimiento.

CULTIVAR	Rendimiento	DMS	DMS
	(ton·ha <sup>-1</sup> )	.05	.01
Greenbelt	11.117	A	A
Pirate	10.626	A	A
F1 Green Knight	9.356	B	B
Galleon	9.311	BC	BC
Chancellor	9.216	BC	BC
Buccaneer	9.042	BCD	BC
Lancelot	8.775	BCD	BC
Packman	8.505	BCD	BC
Mariner	8.158	D	C

Cuadro 18. Rendimientos totales medios y ajustados (ton·ha<sup>-1</sup>) de los cultivares evaluados en este experimento.

CULTIVAR	Rendimiento Medio (ton·ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento Ajustado (ton·ha <sup>-1</sup> )	Diferencia (aj - med)
Galleon	9.565	9.311	-0.254
Packman	8.245	8.505	+0.260
Pirate	10.880	10.626	-0.254
Greenbelt	11.733	11.117	-0.616
Chancellor	8.500	9.216	+0.716
F1 Green Knight	9.078	9.356	+0.278
Lancelot	8.953	8.775	-0.178
Buccaneer	9.353	9.042	-0.311
Mariner	7.803	8.158	+0.355

Con los datos de cada corte se estimó la distribución de la cosecha encontrándose que mientras el cultivar más precoz, Galleon, concentró el 87% de su producción en peso en la primer semana, y durante ese mismo lapso fueron cosechadas el 69% de las pellas, 'Pirate' mantuvo la distribución mas uniforme a lo largo del período de cosecha. El Cuadro

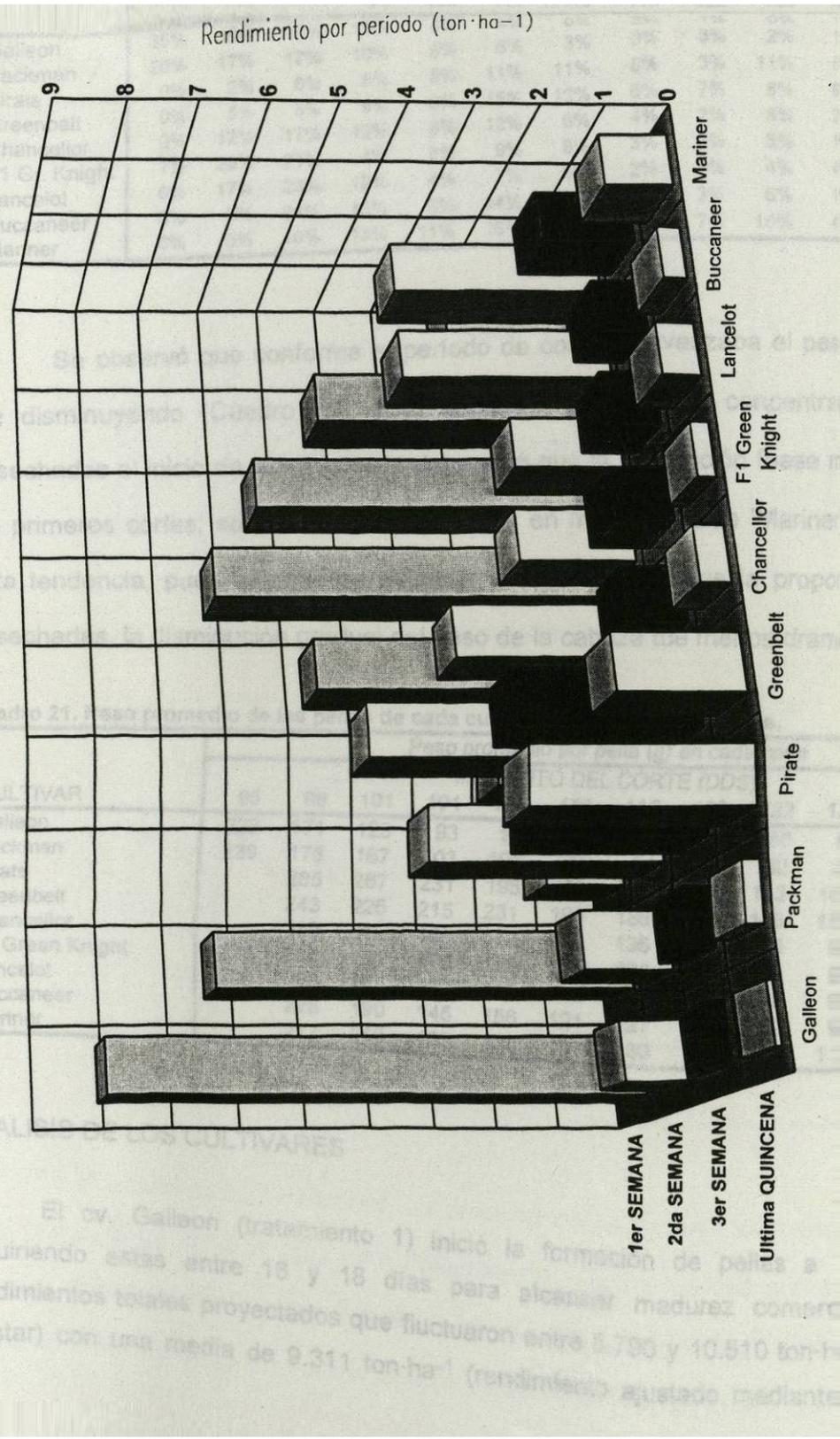
19 muestra la producción promedio de los tratamientos en cada corte, así como el total, además de su distribución expresada en porcentaje. En la Figura 4 se puede observar el rendimiento de los cultivares en cuatro períodos de corte, tres correspondientes a una semana y el otro a la última quincena.

**Cuadro 19. Rendimientos por corte y porcentaje respecto al total, en cada cultivar.**

CULTIVAR	Rendimiento por corte (ton·ha <sup>-1</sup> )												TOTAL
	Porcentaje respecto al rendimiento total												
	MOMENTO DEL CORTE (DDS)												
	95	98	101	104	108	111	116	118	122	126	131	143	
Galleon	4.935 53%	1.862 20%	1.304 14%	0.558 6%	0.093 1%	0.280 3%	0.000 0%	0.093 1%	0.093 1%	0.000 0%	0.093 1%	0.000 0%	9.311 100%
Packman	2.977 35%	1.956 23%	1.531 18%	0.765 9%	0.340 4%	0.256 3%	0.170 2%	0.084 3%	0.171 2%	0.085 1%	0.170 2%	0.000 0%	8.505 100%
Pirate	0.000 0%	0.319 3%	0.956 9%	1.381 13%	0.956 9%	1.275 12%	1.487 14%	0.744 7%	0.319 3%	1.169 11%	0.956 9%	1.063 10%	10.626 100%
Greenbelt	0.000 0%	0.778 7%	1.223 11%	1.334 12%	1.222 11%	1.890 17%	1.556 14%	0.667 6%	0.556 5%	0.889 8%	0.445 4%	0.556 5%	11.117 100%
Chancellor	0.000 0%	2.304 25%	2.488 27%	1.382 15%	0.922 10%	0.737 8%	0.461 5%	0.276 3%	0.184 2%	0.276 3%	0.091 1%	0.093 1%	9.216 100%
F1 Green Knight	0.936 10%	2.807 30%	2.561 27%	0.561 6%	0.658 7%	0.653 7%	0.561 6%	0.187 2%	0.186 2%	0.094 1%	0.187 2%	0.000 0%	9.356 100%
Lancelot	1.050 12%	2.158 25%	2.320 26%	1.036 12%	0.321 4%	0.418 5%	0.467 5%	0.143 2%	0.268 3%	0.353 4%	0.241 3%	0.000 0%	8.775 100%
Buccaneer	0 0%	1.381 15%	3.049 34%	1.497 17%	0.827 9%	1.113 12%	0.612 7%	0.115 1%	0.087 1%	0.130 1%	0.231 3%	0.000 0%	9.042 100%
Mariner	0.000 0%	0.902 11%	1.219 14%	1.330 16%	1.035 13%	1.061 13%	0.762 9%	0.288 4%	0.500 6%	0.700 9%	0.300 4%	0.061 1%	8.158 100%

En general de todos los tratamientos se cosechó entre un 83 y 93 % de las pellas. Suponemos que las plantas que no produjeron pella, o en la que esta fue insignificante, fueron aquellas que resintieron más el trasplante, pues al ser muy lento su crecimiento las plantas adyacentes terminaron por sombrearlas no alcanzando así a completar su ciclo productivo. En el Cuadro 20 puede verse la cantidad de pellas cosechadas por corte expresada en porcentaje.

Figura 4. Rendimiento, por periodos de corte, de los cultivares evaluados durante el presente experimento.



**Cuadro 20. Porcentaje de pellas cosechadas por corte, en cada cultivar.**

CULTIVAR	Porcentaje de pellas cosechadas												TOTAL
	MOMENTO DEL CORTE (DDS)												
	95	98	101	104	108	111	116	118	122	126	131	143	
Galleon	35%	16%	18%	11%	4%	4%	0%	3%	1%	0%	1%	0%	93%
Packman	20%	17%	17%	10%	5%	6%	3%	0%	3%	2%	1%	0%	84%
Pirate	0%	2%	6%	8%	8%	11%	11%	8%	3%	11%	8%	11%	87%
Greenbelt	0%	5%	8%	9%	8%	15%	12%	6%	7%	8%	6%	5%	89%
Chancellor	0%	12%	17%	13%	8%	12%	6%	4%	2%	5%	2%	2%	83%
F1 Gr. Knight	7%	20%	21%	4%	8%	9%	8%	3%	5%	3%	1%	0%	89%
Lancelot	6%	17%	23%	12%	4%	7%	6%	2%	6%	4%	4%	0%	91%
Buccaneer	0%	9%	24%	15%	8%	14%	8%	1%	3%	6%	1%	0%	89%
Mariner	0%	5%	10%	13%	11%	16%	9%	4%	7%	10%	4%	2%	91%

Se observó que conforme el período de cosecha avanzaba el peso de las pellas fue disminuyendo (Cuadro 21), esto aunado a una mayor concentración de pellas cosechadas al inicio de la temporada determinó que la producción fuese muy superior en los primeros cortes; solo 'Pirate', 'Greenbelt' y en menor medida 'Mariner' no mostraron esta tendencia, pues además de distribuir más uniformemente la proporción de pellas cosechadas, la disminución gradual del peso de la cabeza fue menos dramática.

**Cuadro 21. Peso promedio de las pellas de cada cultivar en los distintos cortes.**

CULTIVAR	Peso promedio por pella (g) en cada corte											
	MOMENTO DEL CORTE (DDS)											
	95	98	101	104	108	111	116	118	122	126	131	143
Galleon	228	171	123	93	90	68	71	78	50	69	50	
Packman	239	178	167	103	101	75	84	113	82	90	87	
Pirate		285	267	231	195	193	200	158	145	181	168	170
Greenbelt		243	226	215	231	193	186	161	145	152	120	160
Chancellor		289	219	163	172	118	136	101	78	97	110	88
F1 Green Knight	221	216	191	176	139	101	105	90	92	93	104	
Lancelot	200	196	175	133	119	110	112	88	78	94	92	
Buccaneer		228	190	145	156	121	127	89	79	98	98	
Mariner		217	218	163	138	117	130	105	118	111	115	113

## ANÁLISIS DE LOS CULTIVARES

El cv. Galleon (tratamiento 1) inició la formación de pellas a los 79 DDS, requiriendo estas entre 16 y 18 días para alcanzar madurez comercial. Presentó rendimientos totales proyectados que fluctuaron entre 8.790 y 10.510 ton·ha<sup>-1</sup> (datos sin ajustar) con una media de 9.311 ton·ha<sup>-1</sup> (rendimiento ajustado mediante covarianza).

Para el tercer corte (101 DDS) ya se habían cosechado el 69% de las pellas para una producción de 8.101 ton·ha<sup>-1</sup>, 87% del total. En cuanto a la calidad de la pella este híbrido fue uno de los más pobres, presentó una apariencia plana, con secciones bien diferenciadas, los brazos estuvieron muy abiertos por lo que la pieza fue muy poco compacta. En el primer corte lograron cosecharse pellas de buen peso (228 g), pero posteriormente fueron cayendo de 171 hasta 50 g.

Figura 5. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Galleon.

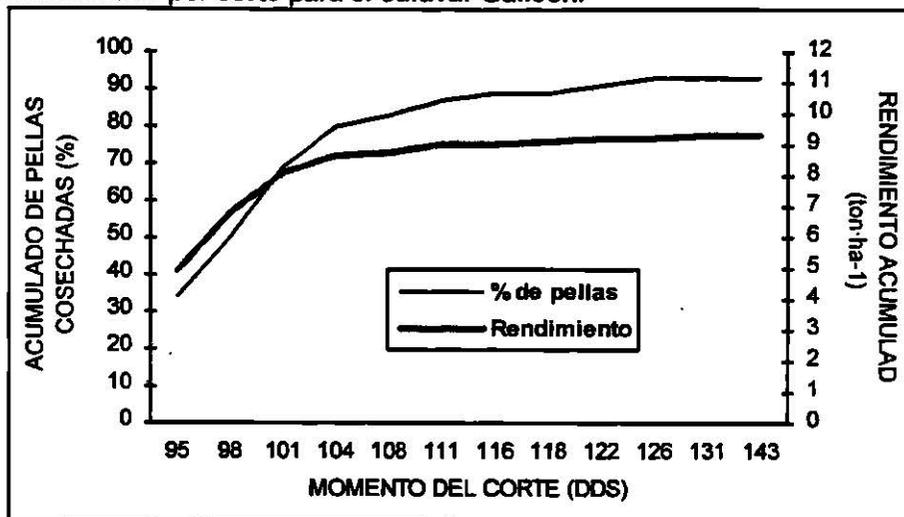
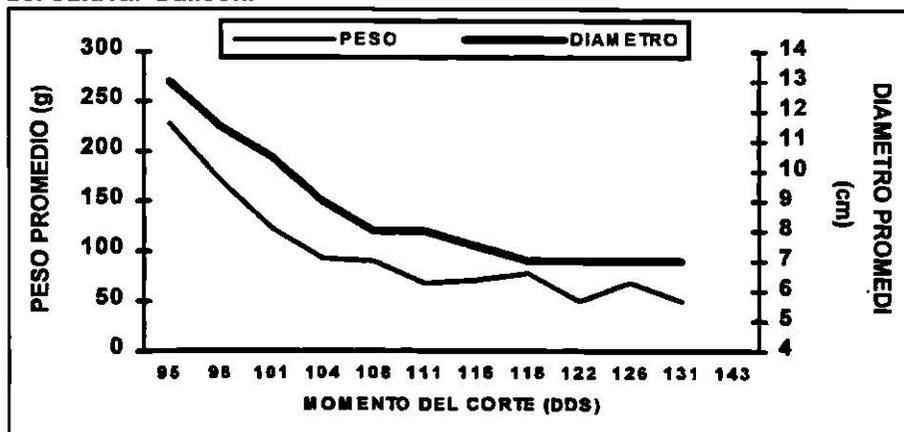


Figura 6. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Galleon.



En el tratamiento 2, 'Packman', las primeras pellas iniciaron su formación a los 79 DDS, tardando de 16 a 19 días para desarrollarse. Tuvo la parcela con el rendimiento más bajo (7.030 ton·ha<sup>-1</sup>), y en su media ajustada, con 8.505 ton·ha<sup>-1</sup>, solo pudo superar a 'Mariner'. Fue el segundo cultivar en precocidad con 54% de pellas cortadas y 6.464

ton·ha<sup>-1</sup> a los 101 DDS. La pella de este híbrido fue plana y muy poco compacta, ligeramente superior en peso a la de 'Galleon', aunque las de buen gramaje solo pudieron obtenerse en el primer corte.

Figura 7. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Packman.

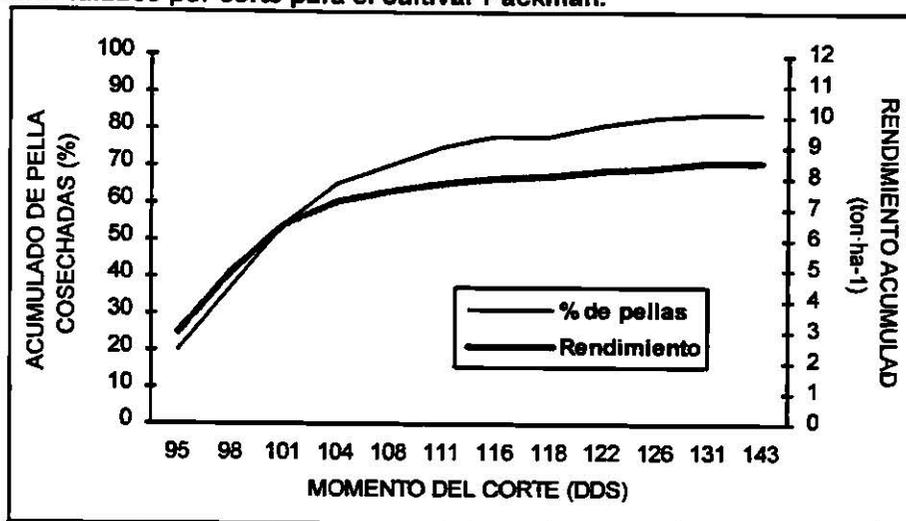
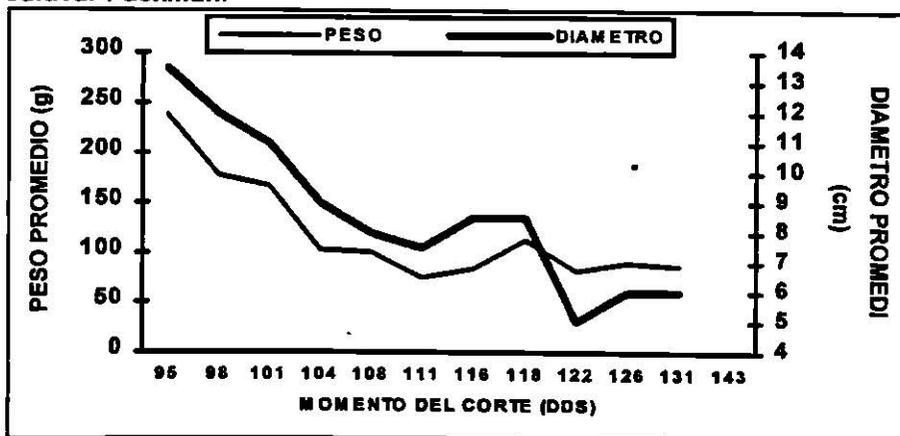


Figura 8. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Packman.



'Pirate' (tratamiento 3), fue el más tardío de los cultivares, iniciándose las primeras cabezas a los 88 DDS y requiriendo de 23 a 26 días para que estuvieran en condición de ser cosechadas. Destaca como uno de los mejores genotipos de este estudio con rendimientos que van de 10.030 a 11.830 ton·ha<sup>-1</sup> y una media ajustada de 10.626 ton·ha<sup>-1</sup>. Hasta los 101 DDS, lograron colectarse solo un 8% de las pellas con 1.275

ton·ha<sup>-1</sup>, siendo esta la producción mas baja para el primer período de corte. Durante la segunda y tercera semana y la última quincena se tuvieron rendimientos de 3.613, 2.550 y 3.188 ton·ha<sup>-1</sup>, cosechando un 27, 22 y 30% de las pellas, respectivamente. Las pellas de este cultivar fueron junto con las de 'Greenbelt' las de más alta calidad: grandes, compactas, con forma de domo y secciones bien diferenciados, de una tonalidad de verde pálida, debida, tal vez, a que las hojas la protegen bastante del sol. En el primer corte se tuvo un peso promedio de pella de 285 g, en los siguientes fue disminuyendo aunque nunca bajó de los 145 g.

Figura 9. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Pirate.

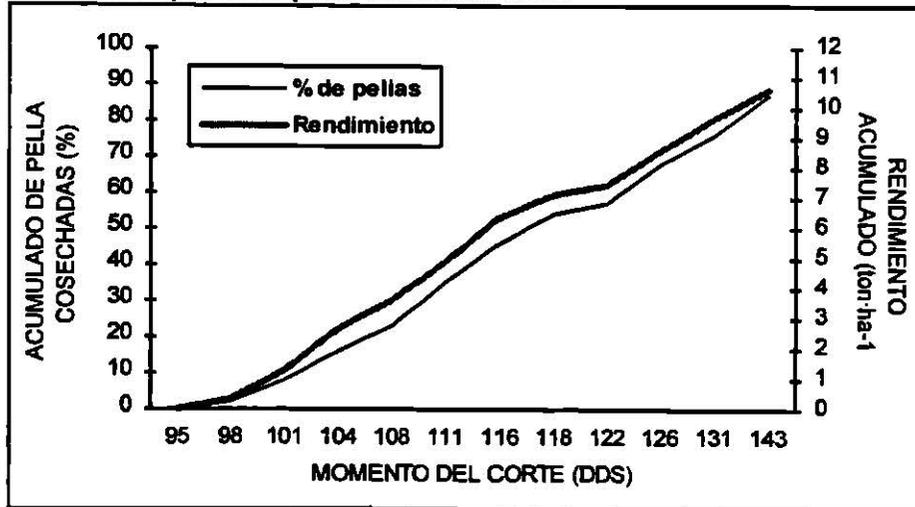
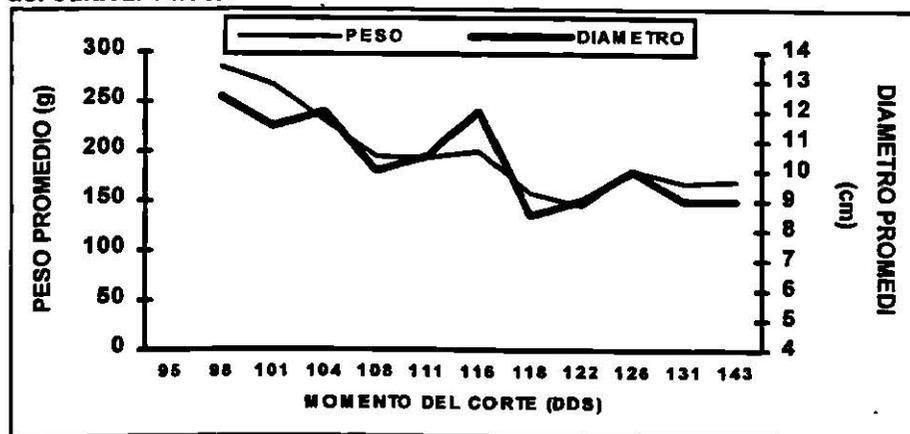


Figura 10. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Pirate.



El híbrido Greenbelt (tratamiento 4) al igual que el anterior fue muy tardío, iniciándose las primeras pellas a los 88 DDS y necesitando de 21 a 26 días para que se desarrollaran. Este tratamiento resultó con los rendimientos más altos tanto para una parcela (13.360 ton·ha<sup>-1</sup>), como para la media ajustada (11.117 ton·ha<sup>-1</sup>), aunque para este último valor no se encontró diferencia estadística respecto a 'Pirate'. Fue ligeramente menos tardío que el anterior: el 57% de las pellas y un 65% de la producción total fueron obtenidos durante la segunda y tercera semanas de cortes (104-122 DDS). La pella de este cultivar es similar a la de 'Pirate', diferenciándose de esta por su color más oscuro. El peso por pella fue ligeramente inferior al del tratamiento anterior.

Figura 11. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte del cultivar Greenbelt.

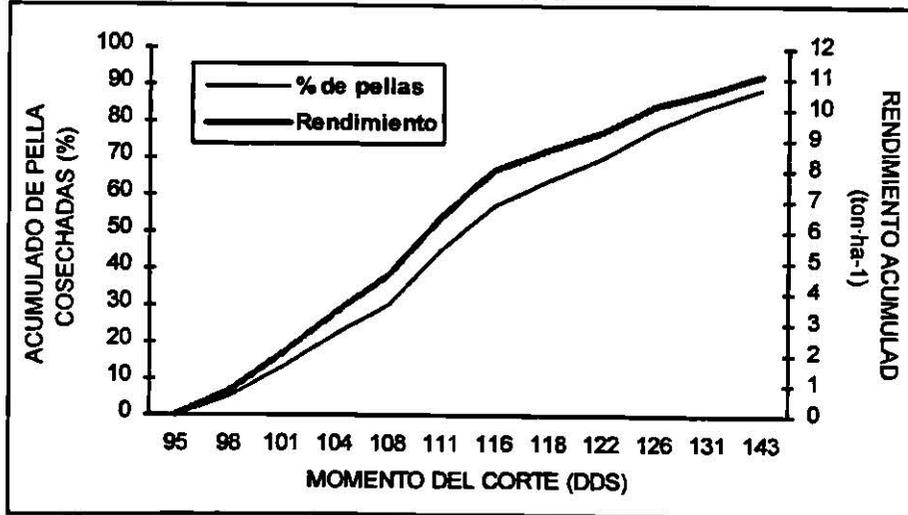
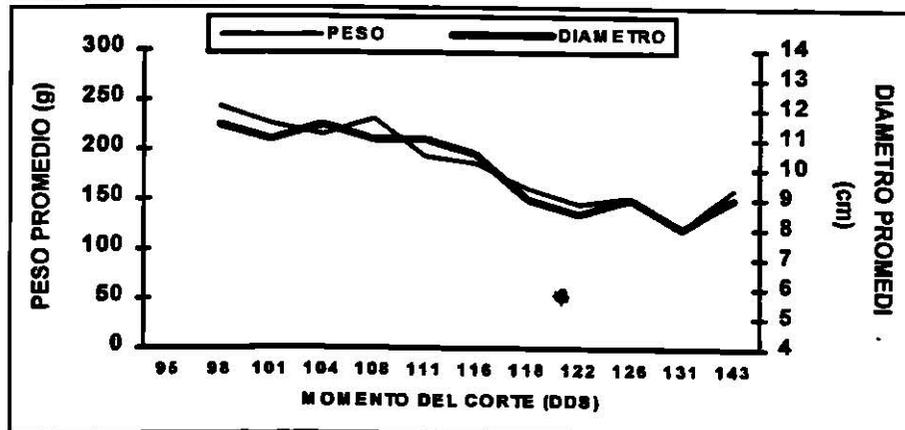


Figura 12. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Greenbelt.



El tratamiento 5, 'Chancellor', comenzó a emitir pellas 82 DDS las cuales tardaron de 21 y 23 días para desarrollarse hasta madurez comercial. Presentó un rendimiento promedio ajustado de  $9.216 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con un máximo de  $9.730$  y un mínimo de  $7.850 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Este cultivar se caracterizó por dar pellas muy grandes a inicio de temporada, pues con tan solo 29% de piezas cosechadas en la primer semana se tenía ya un 52% del total de la producción.

Figura 13. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Chancellor.

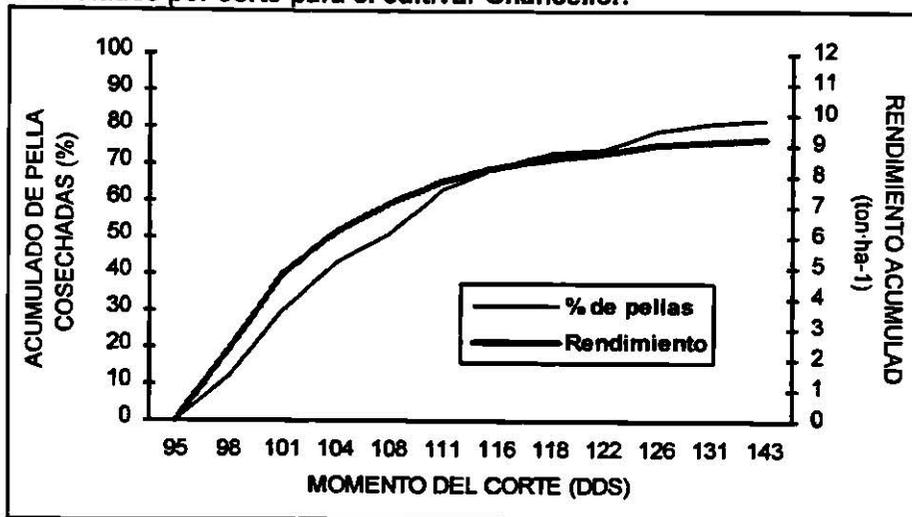
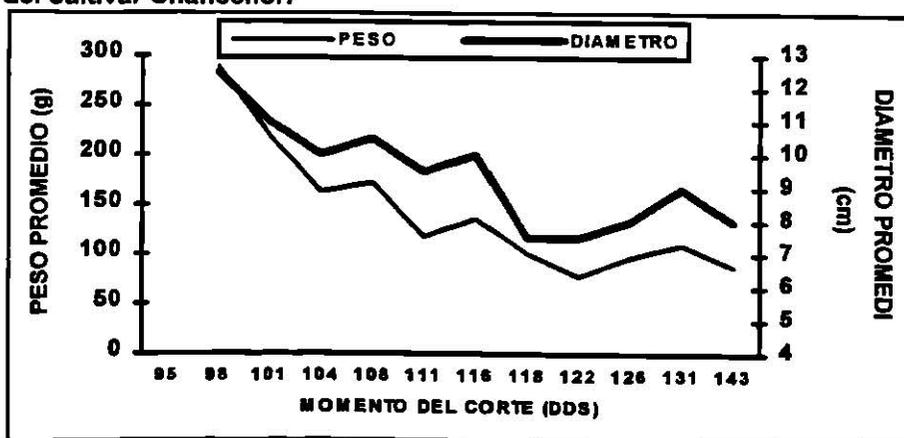


Figura 14. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Chancellor.



En el cv. F1 Green Knight (tratamiento 6) las primeras pellas aparecieron 79 DDS, cada pella ocupó de 16 a 18 días para su desarrollo. Alcanzó  $9.910 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  en una de las

parcelas, su media ajustada  $9.356 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ , solo fue superada por 'Greenbelt' y 'Pirate', aunque estadísticamente solo estuvo por encima de 'Mariner'. De precocidad media, se obtuvieron 70% de las pellas y 87% de producción hasta el sexto corte (111 DDS). Las cabezas cosechadas durante los primeros dos cortes (27%, para un 40% del rendimiento total) presentaron buena compacidad y domo bien formado sin que sea posible a simple vista distinguir las secciones, la calidad fue menor del tercer al séptimo cortes (48% de las pellas, para 53% de la producción); el resto de la cosecha tuvo muy baja calidad.

Figura 15. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar F1 Green Knight.

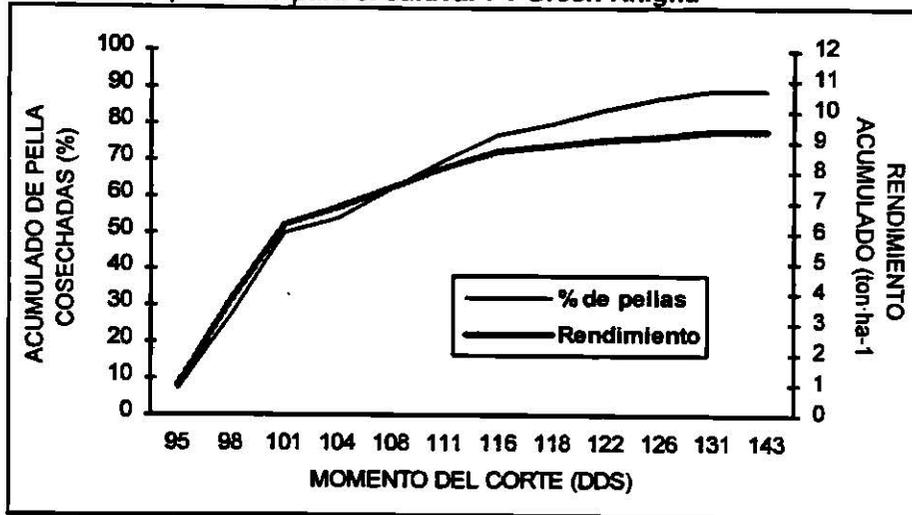
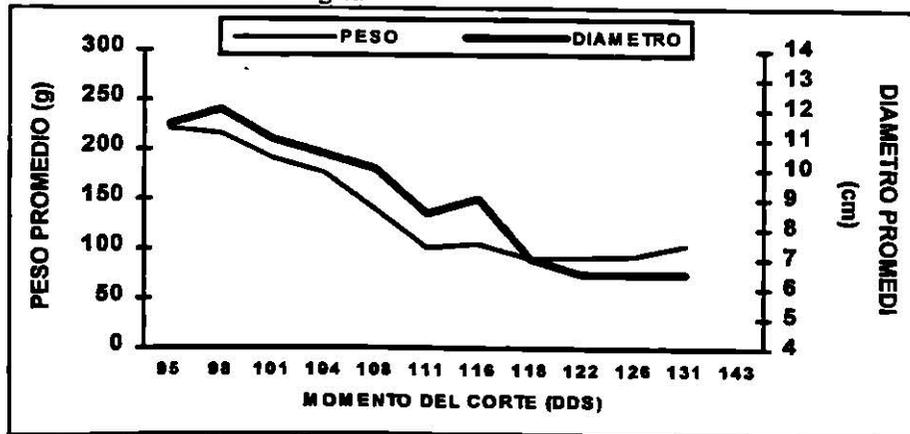


Figura 16. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar F1 Green Knight.



'Lancelot' (tratamiento 7) tuvo un comportamiento parecido al cultivar anterior. Las pellas aparecieron a partir de los 82 DDS, tardando entre 15 y 18 días para ser cosechadas. Con rendimientos entre 8.480 y 9.510 ton·ha<sup>-1</sup>, alcanzó una producción promedio ajustada de 8.775 ton·ha<sup>-1</sup>. Su pella es un domo aunque un poco menos pronunciado que los anteriores, presentó muy alta calidad en los primeros cortes, pero fue demeritando a partir del tercero.

Figura 17. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Lancelot.

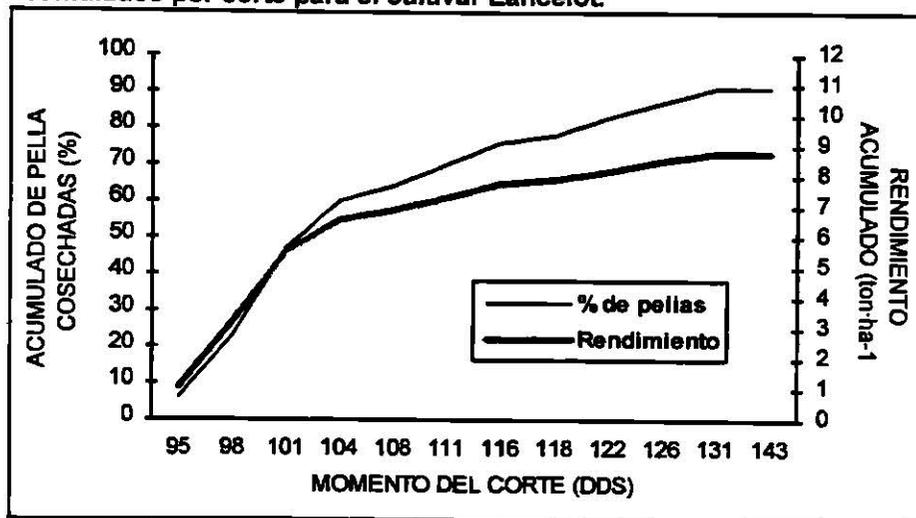
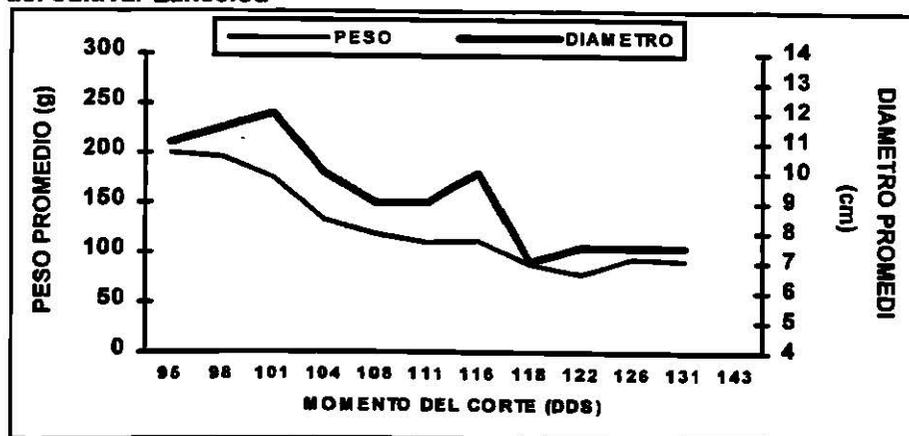


Figura 18. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Lancelot.



El híbrido Buccaneer comenzó a emitir pellas 85 DDS, las cuales que tardaron de 14 a 16 días en desarrollarse. La media ajustada de rendimientos proyectados fue de

9.042 ton ha<sup>-1</sup> del que aproximadamente la mitad se concentró en la primer semana de cosecha. Las pellas de este cultivar estuvieron entre las de mejor apariencia: forma de domo bien pronunciada, brazos cortos y secciones indiferenciadas; del segundo al quinto corte mantuvo pesos individuales por encima de los 150 g, en los siguientes estuvo entre 80 y 120 g.

Figura 19. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimiento acumulados por corte para el cultivar Buccaneer.

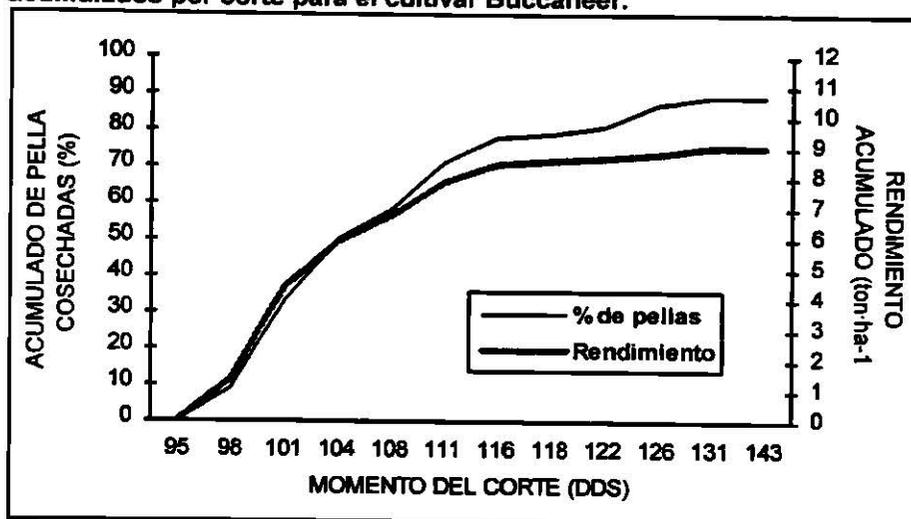
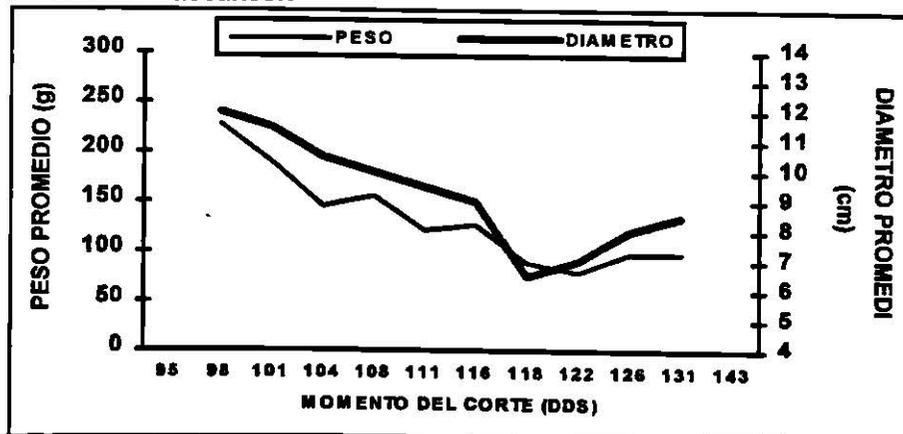


Figura 20. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Buccaneer.



El tratamiento 9, 'Mariner', fue después de 'Pirate' y 'Greenbelt' el cultivar más tardío junto con 'Buccaneer': las primeras cabezas aparecieron a los 85 DDS, requiriendo de 20 a 21 días para alcanzar a desarrollarse. Su rendimiento promedio, 8.158 ton-ha<sup>-1</sup>,

fue el más bajo del estudio, además de resultar estadísticamente inferior al resto de los materiales. Las pellas son similares a las del tratamiento anterior; en los cortes 2 y 3 mantuvo pesos unitarios superiores a 200 g, después el gramaje fue menor, pero siempre por encima de 100 g.

Figura 21. Porcentaje de pellas cosechadas y rendimientos acumulados por corte para el cultivar Mariner.

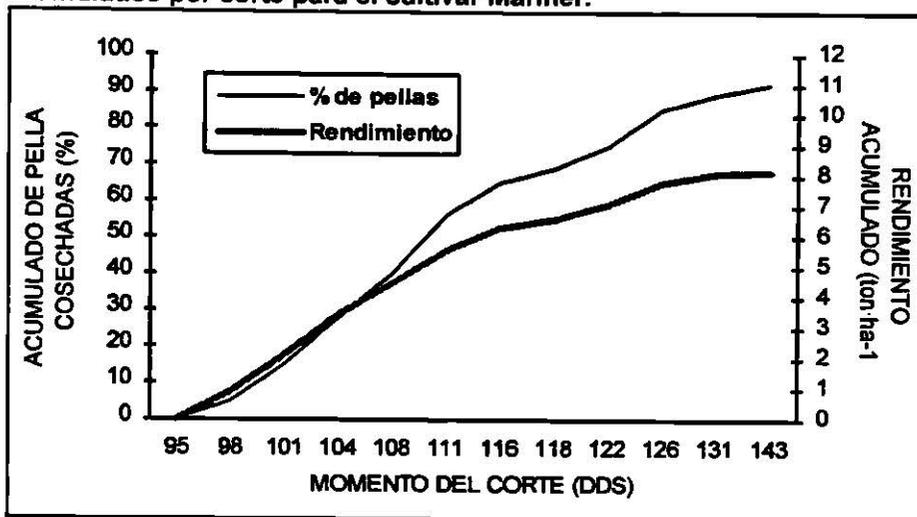
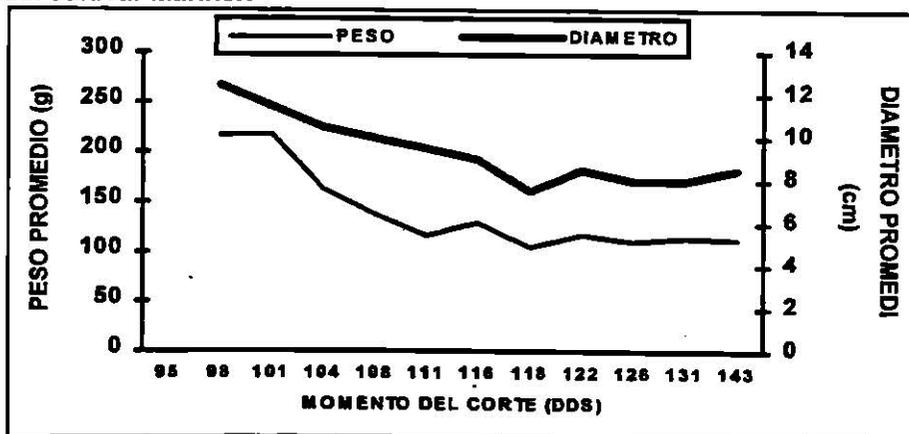


Figura 22. Peso y diámetro promedio en cada corte de las pellas del cultivar Mariner.



Analizando los resultados obtenidos podemos encontrar que los cultivares evaluados pueden dividirse en dos grupos de acuerdo con su patrón de producción. El primero de ellos que corresponde a los híbridos precoces los cuales acumulan la mayor parte de su producción en los primeros cortes ya que casi todas las pellas son

cosechadas en ese momento, además de que solo en esos primeros cortes es posible obtener pesos unitarios altos, luego estos descienden drásticamente. En este grupo se ubicaron 'Galleon', 'Packman', 'Chancellor', 'F1 Green Knight' y 'Lancelot'.

El segundo grupo son los cultivares tardíos en los cuales la producción se va distribuyendo más o menos uniformemente a lo largo del período de cosecha. En estos la reducción del peso por pella conforme se avanzaba en los cortes no fue tan grande como en los materiales tempranos. 'Pirate', 'Greenbelt' y 'Mariner' se localizaron dentro de este grupo, mientras que 'Buccaneer' se manifestó como un cultivar intermedio entre los precoces y los tardíos.

En las Figuras 22 y 23 se muestran en forma resumida el comportamiento de 'Packman' y 'Pirate', materiales representativos de los cultivares precoces y tardíos respectivamente.

Los cultivares más tardíos, 'Pirate' y 'Greenbelt', resultaron al final de la evaluación con los rendimientos más altos, por encima de las 10 ton·ha<sup>-1</sup>. Produjeron también las pellas de mas alta calidad: pesos superiores a 150 g, alcanzando más de 240 g en los primeros cortes, además de ser estas las más compactas y presentar la forma de domo más pronunciada, lo que les dá la mejor apariencia.

Dentro de las variedades tardías se encontró que 'Mariner' no se adaptó tan bien a las condiciones imperantes durante el experimento pues aunque tuvo uno de los períodos de desarrollo de pella mas largos (20 a 21 días) presentó también los más bajos rendimientos de este estudio.

Algunos autores han encontrado una interacción cultivar-densidad de población. Esta, así como las de otros factores de producción no se han considerado en la presente discusión de los resultados. Sin embargo se reconoce pudiesen haberse presentado explicando así en parte los resultados finales.

Figura 23. Comportamiento de producción de 'Packman'. Un ejemplo del patrón de los cultivares precoces durante el presente experimento.

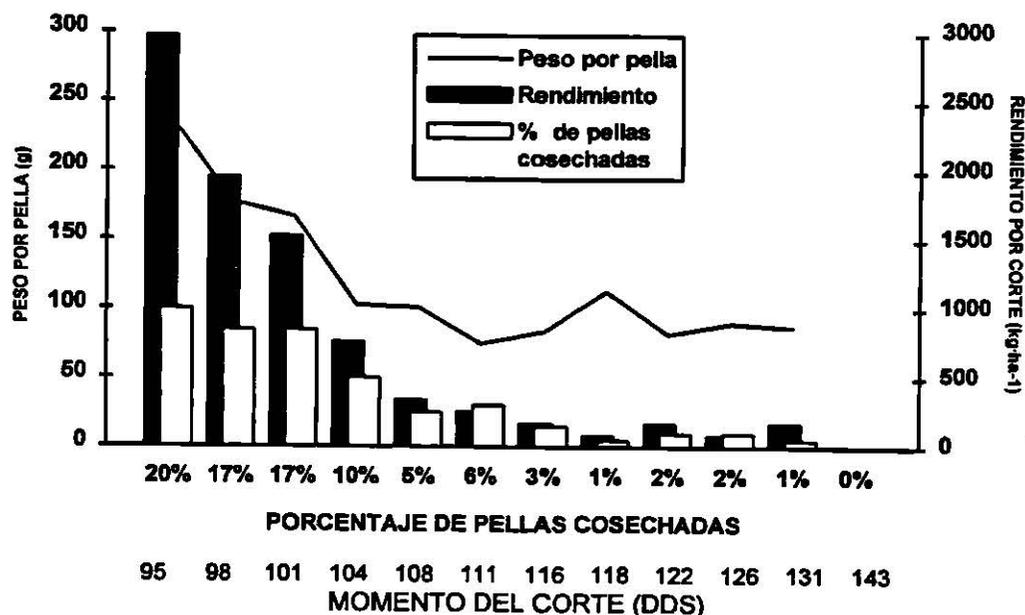
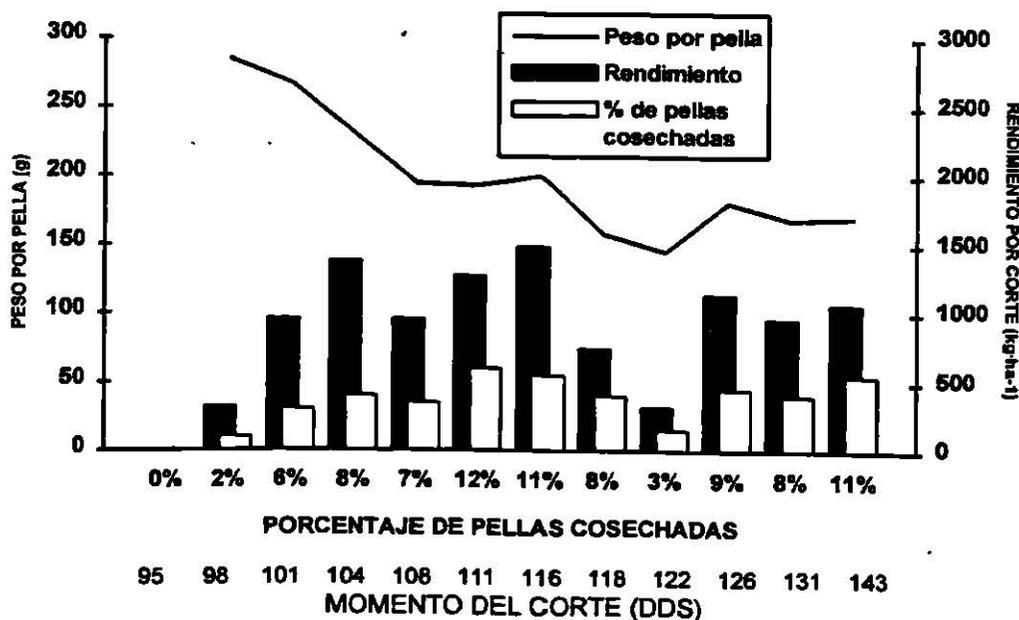


Figura 24. Comportamiento de producción de 'Pirate'. Un ejemplo del patrón de los cultivares tardíos durante el presente experimento.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontró que los híbridos Greenbelt y Pirate además de ser los de más alto rendimiento produjeron las cabezas de mejor calidad, no solo por su tamaño, sino también por la compacidad, característica que al igual que la anterior mantuvieron a lo largo de prácticamente todo el período de cosecha.

Los dos cultivares anteriores así como 'Mariner' son materiales tardíos que pueden ser cosechados durante una temporada relativamente larga, obteniéndose pellas de características similares en los primeros y últimos cortes, aunque las de aquellos son algo más pesadas. En el presente experimento el período de cosecha de estos híbridos tuvo una duración de 45 días, iniciándose a los 98 DDS y concluyendo a los 143 DDS.

'Galleon', 'Packman', 'Chancellor', 'F1 Green Knight', y 'Lancelot' son cultivares tempranos que presentan una temporada de cosecha corta, en este experimento el período se prolongó por 9 a 21 días, iniciándose a los 95 ó 98 DDS dependiendo del híbrido. Este período de corte, al igual que el de los cultivares anteriores corresponde a la cosecha solamente de pellas de calidad aceptable. De este grupo de cultivares, 'Lancelot' fue el que mejores pellas produjo, 'Galleon' y 'Packman' las de más baja calidad.

'Buccaneer' se comportó como un cultivar intermedio entre los dos grupos anteriores. El período de cosecha de pellas de buena calidad se presentó entre los 98 y 116 DDS.

En base a la información anterior se pueden hacer las siguientes recomendaciones a los productores de brócoli del centro del estado de Nuevo León:

- 1) sembrar los híbridos 'Pirate' o 'Greenbelt'; y
- 2) sembrar los anteriores híbridos asociados con 'Buccaneer' o 'Lancelot', estos últimos permitirán obtener una buena producción temprana, mientras que con aquellos se podrán mantener cosechas de buena calidad durante toda la temporada de cortes.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante el ciclo otoño-invierno 1993-94, en las instalaciones del Campo Experimental Agropecuario de la F.A.U.A.N.L., con la finalidad de encontrar algún o algunos cultivares de brócoli que tuvieran un comportamiento aceptable bajo las condiciones de producción imperantes durante el desarrollo del experimento, y bajo la premisa de que esas condiciones, y por tanto los resultados, pueden ser extrapolados al resto de la zona central del estado de Nuevo León.

Se evaluaron 9 híbridos (Galleon, Packman, Pirate, Greenbelt, Chancellor, F1 Green Knight, Lancelot, Buccaneer y Mariner), bajo un diseño de bloque completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela útil estuvo constituida por dos surcos de 1 m de ancho y 8.4 m de longitud, con plantas cada 30 cm y a doble hilera.

La siembra del experimento se realizó el 10 de Septiembre de 1993 y el trasplante al terreno definitivo el 15 de Octubre. El periodo de cosecha inicio el 7 de Diciembre y continuo hasta el 31 de Enero del año siguiente; en total se hicieron doce cortes, aunque no en todos se cosecharon pellas de todos los tratamientos.

Se tomó registro de número de hojas y altura de planta, días a la aparición y periodo de desarrollo de la inflorescencia, porcentaje de plantas que produjeron pella y esta fue cortada, peso y diámetro de las pellas y el rendimiento proyectado por hectárea. Esta última variable fue analizada estadísticamente mediante covarianza utilizando el número de plantas por parcela útil como variable independiente.

Se encontró que los cultivares más tardíos: 'Greenbelt', con 11.117 ton·ha<sup>-1</sup>, y 'Pirate', con 10.626 ton·ha<sup>-1</sup>, presentaron los más altos rendimientos y la mejor calidad de pella. Estos híbridos junto con 'Mariner' se caracterizaron por distribuir su producción de manera más o menos uniforme a lo largo de la época de cosecha.

De los genotipos tempranos 'F1 Green Knight', 'Galleon' y 'Chancellor' fueron los que tuvieron los mejores rendimientos. Entre estos cultivares más precoces fue 'Lancelot' el que dió las cabezas de más alta calidad, mientras que 'Galleon' y 'Packman' produjeron las pellas de menor calidad durante el experimento.

Los resultados de la presente investigación permiten recomendar a los horticultores de la zona centro de Nuevo León, la siembra de los cultivares 'Pirate' y 'Greenbelt' para conseguir altos rendimientos. Si además se desea obtener una buena producción temprana sería conveniente utilizar el híbrido 'Lancelot' asociado con los alguno de los anteriores.

## BIBLIOGRAFIA

1. Agamalian, H. 1991. Evaluation of calcium cinemyde for preplant weed control in horticultural crops. Horticultural Abstracts 1991 061-07927.
2. ——. 1992. The utilization of nitrogen fertilizer solutions for selective weed control in crucifer crops. Horticultural Abstracts 1992 062-04761.
3. Anónimo. sin año. Catalogo de hortalizas Sakata.
4. Arce O., J.P. 1988. Evaluación de 3 fechas de siembra y 6 niveles de fertilización nitrogenada en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Apodaca, N.L. Tesis ITESM. Monterrey.
5. Arredondo C., P. 1989. Evaluación de sistemas de siembra de trasplante con cepellón, sin cepellón y siembra directa en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Apodaca, N.L. Tesis ITESM. Monterrey.
6. Asian Vegetable Research and Development Center. 1986. Diamondback moth management; proceedings of the first international workshop. AVRDC. Shonhua, Taiwan. pp. 45-53, 213-218.
7. Ballantyne, A., R. Stark, J.D. Selman. 1991. Modified atmosphere packaging of broccoli florets. Postharvest News and Information 1991 002-01678.
8. Berdegue S., M. 1990. Elaboración de una curva del contenido foliar de nitrógeno para diferentes regímenes de fertilización nitrogenada en brocoli. (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Apodaca, N.L. Tesis ITESM. Monterrey.
9. Bergeron, P.E., R.L. Parish, R.P. Bracy, R.A. Hinson, J.E. Boudreaux. 1992. Economics of direct seeding cabbage to a stand using precision cultural systems. App. Eng. in Agr. 8(5):581-584.
10. Beverly, R.B., W.M. Jarrell, and J. Letey Jr. 1986. A nitrogen and water response surface for sprinkler-irrigated broccoli. Agron. J. 78:91-94.
11. Bitterlich, I., M.K. Upadhyaya. 1991. Lamb's-quarters interference with direct seeded broccoli. Horticultural Abstracts 1991 061-07926.
12. ——. 1991. Leaf surface ultrastructure and suceptibility to ammonium nitrate injury. Weed Abstracts 1991 040-01269.
13. Bracy, R.P., R.L. Parish, and W.A. Mulkey. 1991. High-density planting in a precision cultural system for vegetable production. HortTechnology Oct./Dec.1991 pp. 54-58.

14. Bracy, R.P., R.L. Parish, P.E. Bergeron, H.F. Morris Jr., S.A. Bartkiewics. 1994. Fertilizer placement in planting beds for vegetable production. *App. Eng. in Agr.* 10(2):201-204.
15. Casseres, E. 1966. *Produccion de hortalizas*. 1a edicion. I.C.A. Lima, Peru.
16. Cedillo T., R. Adaptacion de seis cultivares de brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) en la region de Marin, N.L. Tesis FAUANL. Marin.
17. Chrystey, M.C., C.A. Mocaroff, E.D. Earle. 1992. Atrazine resistant cytoplasmic male-sterile nigra broccoli obtained by protoplast fusion between cytoplasmic male-sterile *B. oleracea* and atrazine-resistant *B. campestris*. *Weed Abstracts* 1992 041-01824.
18. Clough, G.H., S.J. Locascio, S.M. Olson. 1991. Yield of successively cropped polyethylene-mulched vegetables as affected by irrigation method and fertilization management. *Horticultural Abstracts* 1991 061-06805.
19. Demchak, K.T. and C.B. Smith. 1990. Yield responses and nutrient uptake of broccoli as affected by lime type and fertilizer. *J. Amer. Soc. Hort. Scie.* 115(5):737-740.
20. Deschene, A., G. Paliyath, E.C. Loughheed, E.B. Dumbroff, J.E. Thompson. 1991. Membrane deterioration during postharvest senescens of broccoli florets: modulation by the temperature and controlled atmosphere storage. *Postharvest News and Information* 1991 002-02175.
21. Dufault, R.J. and L. Waters Jr. 1985. Interaction of nitrogen fertility and plant population on trasplanted broccoli and cauliflower yields. *HortScience* 29(1):127-128.
22. Du Pond V., A. 1989. El cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) en el área de Galeana, N.L. Tesis ITESM. Monterrey.
23. Eaton, W., D.L. Coffey, C.A. Mullins, G.N. Rhodes Jr. 1993. Weed control with oxyfluorfen in transplanted broccoli. *Horticultural Abstracts* 1993 063-00301.
24. Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews. 1967. *Principios de horticultura*. Tercera Edición. C.E.C.S.A. México. pp 280-284.
25. Elizondo G., L. 1987. Prueba de adaptación y rendimiento de 5 cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) en Marín, N.L. Tesis FAUANL. Marín.
26. Flint, M.L., N.A. Davidson, F.G. Zalam, J.S. Auburn. 1992. Potential losses of pesticides in California and identification of alternative pest management practices in broccoli. *American Entomologist* 38(2):115-121.

27. Flores P., J.D. 1987. Estudio comparativo de 4 cultivares y dos densidades de siembra de brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Apodaca, Nuevo León. Tesis ITESM. Monterrey.
28. Gorini, F. 1991. Storage and postharvest treatment of brassicas. I. Broccoli. Postharvest News and Information 1991 002-02139.
29. Gray, A.R. 1982. Taxonomy and evolution of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Economic Botany 36(4):397-410.
30. Gray, D. 1981. Fluid drilling of vegetable seeds. Horticultural Reviews Volume 3: 1-27.
31. Gutierrez D., A. 1993. Producción de plantulas de chile serrano (*Capsicum annum* L.) variedad Tampiqueño 74 con 4 fertilizantes bajo 3 niveles en cajas de poliestireno y condiciones de invernadero. Tesis FAUANL. Marín. p 4.
32. Hartmann, H.T. y D.E. Kester. 1971. Propagación de plantas; principios y prácticas. CECOSA. México. pp. 200-201.
33. Hartz, T. and T. Longbrake. 1983. Keys to profitable broccoli production. TAES-Texas A&M Univ. System. College Station, Texas.
34. Heather, D.W., J.B. Sieczka, M.H. Dickson, and D.W. Wolfe. 1992. Heat tolerance and holding ability in broccoli. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6):887-892.
35. Herbst, K.A., J.F. Derr. 1991. Effect of oxyfluorfen, pyridate, and BAS 514 applied postemergence on direct seeded broccoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Horticultural Abstracts 1991 061-00260.
36. Kahn, B.A., K.E. Conway, and C.G. Fisher. 1986. Effects of wirestem, wind injury, and ipridione on yields of six broccoli cultivars. HortScience 21(5):1136-1139.
37. Kawashima, K., I. Asami, Y. Tanaka. 1991. Studies on the production and shipping of high quality broccoli. I. Effects of plastic wrapping on the quality of broccoli. Postharvest News and Information 1991 002-01026.
38. Klieber, A., R.B.H. Willis. 1991. Optimisation of storage condition for 'Shogun' broccoli. Postharvest News and Information 002- 02707.
39. Lamont, W.J. 1992. Transplant age has little effect on broccoli head weight and diameter. HortScience 27(7):848.
40. Lara K., R. 1973. Efecto de 3 espaciamientos entre surcos en el desarrollo y producción de 4 variedades de brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*, Plenck) en la región de General Escobedo, N.L. Tesis FAUANL. Monterrey.
41. Latimer, J.G. 1990. Drought or mechanical stress affects broccoli trasplant growth and establishment but not yield. HortScience 25(10):1233-1235.

42. Letey, J., W.M. Jarrell, N. Valoras, and R. Beverly. 1983. Fertilizer Application and irrigation management of broccoli production and fertilizer use efficiency. *Agron. J.* 75:502-507.
43. Locascio, S.J., W.J. Wiltbank, D.D. Gull, and D.N. Maynard. 1984. Fruit and vegetable quality as affected by nitrogen nutrition. En: Hauck, R.D. (ed). *Nitrogen in crop production*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, USA. pp. 617-626.
44. Lorenz, O.A. and M.T. Vittum. 1980. Phosphorus nutrition of vegetable crops and sugar beets. En: Khasawneh, F.E. *et al* (eds). *The role of phosphorus in agriculture*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, USA. pp. 737-762.
45. Lucas, R.E. 1968. Potassium nutrition of vegetable crops. En: Kilmer, V.J. *et al* (eds). *The role of potassium in agriculture*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, USA. pp. 489-498.
46. Magnifico, V., V. Lattanzio, and G. Sarli. 1979. Growth and nutrient removal by broccoli. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(2):201-203.
47. Magnifico, V., V. Lattanzio, A. Elia, M. Molfetta. 1990. Growth and nutrient removal by broccoli raab. *Horticultural Abstracts* 1990 060-03345.
48. Maroto B., J.V. 1986. *Horticultura herbacea especial*. 2a. ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 327-343
49. Martínez R., M. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivar Brigadier de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Marín, N.L. Tesis FAUANL. Marín.
50. Masson, J., N. Tremblay, A. Gosselin. 1992. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable trasplant production. I. Trasplant growth. *Horticultural Abstracts* 1992 062-029920.
51. ——. 1992. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable trasplant production. II. Yield. *Horticultural Abstracts* 1992 062-029921.
52. Mayberry, K.S., K.J. Bradford, V.E. Rubatzky. 1991. Yellow cotyledon: a seedling disorder of broccoli. *Horticultural Abstracts* 1991 061-07931.
53. McBurney, M.I., L.U. Thompson. 1990. Fermentative characteristics of cereal bran and vegetable fibers. *Nutrition Abstracts and Reviews Series A* 1990 060-07095
54. Mercier, J., J. Makhlouf, R.A. Martin. 1992. *Fusarium avenaceum*, a patogen of stored broccoli. *Postharvest News and Information* 1992 003-00379.
55. Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1965. *Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control*. CECSA. México. pp. 747-753.

56. Miller, C.H. 1988. Diurnal temperature cycling influences flowering and node numbers of broccoli. *HortScience* 23(5):873-875.
57. Orzolek, M.D. 1991. Establishment of vegetables in the field. *HortTechnology*. Oct./Dec. 1991 pp. 78-81.
58. Pantastico, Er. B. 1979. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. CECSA. México. pp. 49, 90, 248, 289.
59. Parish, R.L., D.W. Wells, P.E. Bergeron, H.F. Morris, S.A. Bartkiewics. 1990. Evaluating herbicide incorporation methods for bedded crops. *Apl. Eng. in Agr.* 6(6):707-711.
60. Parish, R.L., P.E. Bergeron, R.P. Bracy. 1991. Comparison of vacuum and belt seeders for vegetable planting. *Appl. Eng. in Agr.* 7(5):537-540.
61. Parish, R.L., R.P. Bracy, D.W. Wells, P.E. Bergeron. 1991. A comparison of cultivation methods for commercial vegetable crops. *Horticultural Abstracts* 1991 061-07859.
62. Peirce, L.C. 1987. *Vegetables: characteristics, production and marketing*. John Wiley and Sons. New York. pp. 85-90, 210-211.
63. Perry, K.B., A.R. Bonanno. 1992. Evaporative cooling of broccoli for improved stand and earlier production. *Horticultural Abstracts* 1992 062-06525.
64. Pill, W. G. 1991. Advances in fluid drilling. *HortTechnology* Oct./Dec. 1991 pp. 59- 65.
65. Rehm, S. and G. Espig. 1991. *The cultivated plants of the tropics and subtropics*. Verlag Josef Margraf - CTA. Weikersheim, West Germany. p. 143.
66. Riley, D.G. and A.N. Sparks Jr. 1994. Managing the sweetpotato whitefly in the lower Rio Grande Valley of Texas. TAES-Texas A&M Univ. System. College Station, Texas.
67. Rodriguez S., F. 1982. Fertilizacion, nutricion vegetal. AGT-Editor, S.A. Mexico. p. 49.
68. Rubino P., E. de Palma, E. De Palma. 1992. Determination of water requirement of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Planck) by weighting lysimeter. *Horticultural Abstracts* 1992 062-02060.
69. Saijo, R. 1992. Post-harvest quality maintenance of vegetables. *Postharvest News and Information* 1992 003-02739.
- 70 Salinas S., O. 1992. Prueba de adaptación y rendimiento de ocho cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) en la región de Marín, N.L. Tesis FAUANL. Marín.

71. Santa Olalla M., F.M. de, y J.A. de Juan V. 1993. *Agronomía del riego*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 570, 575.
72. Shafii, S., A. Sasao, S. K. Upadhyaya. 1992. Air-jet seed singulation. *Horticultural Abstracts* 1992 062-71111.
73. Shearer, S.A., P.T. Jones, J.H. Casada, L.D. Swetnam. 1991. A cut-off saw mechanism for selective harvest of broccoli. *Transactions of the ASAE* 34(4):1623-1628.
74. Sherf, A.F., A.A. Macnab. 1986. *Vegetable diseases and their control*. John Wiley & Sons. New York.
75. Simmonds, N.W. (ed). 1976. *Evolution of crop plants*. Longman Group United. Essex, England. pp. 49-52.
76. Splittstoesser, W.E. 1990. *Vegetable growing handbook*. 3rd ed. AVI Book-Van Nostrand Reinold. New York. p. 51.
77. Sobrino I., E. y E. Sobrino V. 1989. *Tratado de horticultura herbacea. I, hortalizas de flor y fruto*. Ed. Aedos. Barcelona. pp 41-51.
78. Snowdon, A.L. 1992. *Color atlas of postharvest diseases and disorders of fruit and vegetables*. CRC Press. Boca Raton, U.S.A. pp 141.
79. Sterret, S.B., C.W. Coale, Jr., and C.P. Savage, Jr. 1991. Comparison of management techniques for broccoli production using a systems approach. *HortScience* 26(5):599-602.
80. Terrón, P.U. 1992. *Tratado de fitotecnia general*. 2a. ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 287-289
81. USDA. 1977. *Gardening for food and fun*. USDA. pp. 111-115, 133-138.
82. Valadez L., A. 1992. *Producción de hortalizas*. Ed. Limusa. México, D.F. pp 45-56
83. Wagner, A.B., J.M. Parsons, and F. J. Dainello. 1991. Harvesting and handling. En: F.J. Dainello and S.D. Cotner. *Vegetable growers handbook*. Texas A & M Univ. College Station, Texas.
84. Westcott, M.P., and N.W. Callan. 1990. Modeling plant population and rectangularity effects on broccoli head weights and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6):893-897.
85. Westcott, M.P., N.W. Callan, and M.L. Knox. 1991. Planting date and rowcover interactions in broccoli production in cold climates. *HortScience* 26(9):1221.

86. Williams, C.N., J.O. Uzo, and W.T.H. Peregrine. 1991. Vegetable production in the tropics. ITAS-Longman. Essex, England. p 81.
87. Wilthoit, J.H., D.H. Vaughan. 1991. A powered device for selectively harvesting broccoli. Appl. Eng. in Agr. 7(1):14-20.
88. Xue, G.R., T. Uchino, M. Matsuo. 1992. Effect of functional material used for polyethylene bags in keeping the freshness of agricultural products. Broccoli storage test. Postharvest News and Information 003-00239.
89. Yamaguchi, M. 1983. World vegetables. AVI Book-Van Nostrand Reinhold. New York.
90. Zong, R.J. 1992. Physiological aspects of film wrapping of fruit and vegetables. Postharvest News and Information 1992 003-02739.

